

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA**



**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM PENGATUR
PERALATAN LISTRIK PADA KAMAR HOTEL**

SKRIPSI

**Disusun Oleh :
Wendy Yua Ludika Wijaya
NIM 0217027**

MARET 2007

RESEARCH AND DEVELOPMENT
TECHNOLOGY
TECHNOLOGY
TECHNOLOGY
TECHNOLOGY

RESEARCH AND DEVELOPMENT
TECHNOLOGY
TECHNOLOGY
TECHNOLOGY

RESEARCH

RESEARCH

RESEARCH
RESEARCH
RESEARCH

RESEARCH

LEMBAR PERSETUJUAN



PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM PENGATUR PERALATAN LISTRIK PADA KAMAR HOTEL

SKRIPSI

*Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Elektronika Strata Satu (S-1)*

Disusun Oleh :

WENDY YUA LUDIKA WIJAYA
NIM : 02.17.027

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing I

(Ir. Purwanto, MT)

NIP. 131 574 847

Dosen Pembimbing II

(I Komang Somawirata, ST, MT)

NIP.Y. 1030100361

Mengetahui



Jurusan Teknik Elektro S-1

(F. Yudi Limpraptono, MT)

NIP.Y. 1039500274

KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2007



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama Mahasiswa : Wendy Yua Ludika Wijaya
NIM : 02.17.027
Jurusan : Teknik Elektro S1
Konsentrasi : Teknik Elektronika
Judul Skripsi : Perancangan dan Pembuatan Sistem Pengatur
Peralatan Listrik Pada Kamar Hotel

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada :

Hari : Jum'at
Tanggal : 16 Maret 2007
Dengan Nilai : A (84,15) *Bu*



PANITIA UJIAN SKRIPSI

Ir. Mochtar Asroni, MSME
NIP.Y. 1018100036

SEKRETARIS

Ir. F. Yudi Limpraptono, M.T.
NIP.Y. 1039500274

ANGGOTA PENGUJI

PENGUJI I

Ir. Teguh Herbasuki, M.T.
NIP.Y. 1038900209

PENGUJI II

M. Ashar, S.T., M.T.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah Swt yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM PENGATUR PERALATAN LISTRIK PADA KAMAR HOTEL” ini dengan lancar. Pembuatan Skripsi ini disusun guna memenuhi syarat akhir kelulusan pendidikan jenjang Strata-1 di Institut Teknologi Nasional Malang

Keberhasilan penyelesaian laporan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Untuk itu penyusun menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. DR. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang
3. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1.
4. Bapak Ir. Purwanto, MT selaku Dosen Pembimbing I
5. Bapak I Komang Somawirata, ST, MT selaku Dosen Pembimbing II
6. Bapak Ir. Yusuf Ismail Nahkoda, MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro S1 Konsentrasi Teknik Elektronika.
7. Seluruh dosen di Institut Teknologi Nasional Malang yang telah memberikan bekal ilmu kepada penulis selama penulis mengikuti kuliah.

Akhir kata, penulis mohon maaf kepada semua pihak bilamana selama penyusunan skripsi ini penyusun membuat kesalahan secara tidak sengaja dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang, 2007

Penulis

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM PENGATUR

PERALATAN LISTRIK PADA KAMAR HOTEL

Wendy Yua Ludika Wijaya

Konsentrasi Teknik Elektronika, Jurusan Teknik Elektro S1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang

Abstrak:

Perkembangan teknologi khususnya teknologi yang berhubungan dengan elektronika telah mengalami perkembangan yang sangat pesat seiring dengan kemajuan zaman, dewasa ini perkembangan teknologi elektronika dapat diaplikasikan dan dimanfaatkan dalam berbagai bidang, demikian pula pada bidang pengaturan yang juga tidak luput dari sentuhan elektronika yang tentunya dapat menghasilkan suatu sistem pengaturan yang mudah. Salah satu sistem pengaturan yang dapat diaplikasikan dengan elektronika adalah sistem pengaturan peralatan listrik pada kamar hotel. Dalam pembuatan sistem pengaturan ini digunakan *limit switch* yang diletakkan pada kotak peletakan kunci dan berfungsi sebagai pendeteksi apabila ada orang didalam kamar serta mengaktifkan saklar yang ada dalam kamar. *Pushbutton* digunakan untuk saklar beban listrik yang ada dalam kamar. Detektor arus digunakan untuk mendeteksi apakah beban menyala atau mati. PC berfungsi sebagai *master* pengatur dan MCU sebagai *slave*, namun setiap MCU dapat bekerja sendiri tanpa PC. PC disamping sebagai monitoring status tiap- tiap MCU, juga berfungsi untuk mengatur peralatan yang terpasang pada jaringan, jadi PC bisa merubah status beban yang terhubung pada tiap-tiap MCU. Program pada PC menggunakan perangkat lunak Labview 7.1, dan program pada mikrokontroler menggunakan bahasa *assembler*.

Kata Kunci: Mikrokontroler, Detektor Kunci, Detektor Arus, Personal Computer (PC), RS232, RS485.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

LEMBAR PERSETUJUAN

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI

KATA PENGANTAR i

ABSTRAK iii

DAFTAR ISI iv

DAFTAR GAMBAR viii

DAFTAR TABEL xi

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 2

1.3 Tujuan 2

1.4 Batasan Masalah 3

1.5 Metodologi 3

1.6 Sistematika Penulisan 4

BAB II TEORI PENUNJANG

2.1 Mikrokontroler AT89C51 6

2.1.1 Penjelasan Fungsi Pin AT89C51 8

2.1.2 Masukan Dan Keluaran 11

2.1.3 Struktur Memori AT89C51 12

2.3.1.1	RAM Internal	13
2.1.4	Register Fungsi Khusus (<i>Special Function Register</i>)	14
2.1.5	<i>Timer</i> dan <i>Counter</i> Pada MCS51	17
2.1.6	Komunikasi Data Serial	19
2.2	<i>Interface Unit</i> RS 232	20
2.2.1	Karakteristik Elektris	20
2.2.2	Karakteristik Mekanis	20
2.3	Komunikasi Serial 485.....	23
2.3.1	RS 485	23
2.3.2	Karakteristik Elektris	23
2.3.3	Karakteristik Mekanis	24
2.3.4	Komunikasi <i>Multipoint</i> Dengan RS 485	25
2.4	Relay	28
2.5	Transistor	30
2.5.1	Daerah Kerja Transistor	31
2.6	<i>Reed Switch</i>	33
2.7	<i>Limit Switch</i>	34

BAB III. PERANCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1	Perencanaan	35
3.1.1	Perencanaan Perangkat Keras	35
3.1.2	Perencanaan Perangkat Lunak	35
3.2	Perencanaan Sistem	36
3.2.1	Penentuan Spesifikasi Alat	36

3.2.2 Perancangan Blok Diagram	36
3.3 Perencanaan Perangkat Keras	39
3.3.1 Perancangan Minimum Sistem	39
3.3.1.1 Rangkaian <i>Clock</i>	41
3.3.1.2 Rangkaian <i>Reset</i>	42
3.3.2 Komunikasi Serial	43
3.3.2.1 Rangkaian <i>Interface</i> RS 485	44
3.3.2.2 Rangkaian <i>Interface</i> RS 232	45
3.3.3 Rangkaian Driver	47
3.3.4 Rangkaian Detektor Arus Beban.....	51
3.3.5 Rangkaian Detektor Kunci	52
3.4 Perencanaan Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	53
3.4.1 Diagram Alir Pada <i>Master</i> (PC)	53
3.4.2 Diagram Alir Pada <i>Slave</i> (Mikrokontroler)	56

BAB IV. PENGUJIAN ALAT

4.1 Pengujian Alat Setiap Blok	59
4.1.1 Pengujian Rangkaian Driver Untuk Beban	59
4.1.2 Pengujian Rangkaian Detektor Kunci	63
4.1.3 Pengujian Detektor Arus Sebagai <i>Feedback</i> Respon Beban.....	64
4.1.4 Pengujian Komunikasi Serial	65
4.1.4.1 Pengujian Antara Komputer, Sebuah Mikrokontroler, RS-232, RS-485(<i>master</i>), RS 485 (sebuah <i>slave</i>)	65

4.1.4.1 Pengujian Antara Komputer, Dua Buah Mikrokontroler, RS-232, RS-485(<i>master</i>), RS 485 (2 buah <i>slave</i>)	70
4.2 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan	73

BAB V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan	80
5.2 Saran	81

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Blok Diagram AT89C51	8
Gambar 2.2	Susunan Pin AT89C51	9
Gambar 2.3	Alamat RAM Internal dan <i>Flash</i> PEROM	12
Gambar 2.4	Peta Memori dan <i>Special Function Register</i>	14
Gambar 2.5	Konsep Dasar <i>Timer / Counter</i> Sebagai Input	18
Gambar 2.6	Level Logika Standar RS-232	20
Gambar 2.7	Konfigurasi Pin Konektor RS-232	21
Gambar 2.8	Level Tegangan Masukan Saluran Penerimaan	24
Gambar 2.9	Bentuk Mekanis Komponen IC RS-485	24
Gambar 2.10	Komunikasi 2 <i>Wire</i>	26
Gambar 2.11	Komunikasi 4 <i>Wire</i>	27
Gambar 2.12	Cara Kerja Relay	28
Gambar 2.13	Relay SPST	29
Gambar 2.14	Relay SPDT.....	29
Gambar 2.15	Relay DPST.....	29
Gambar 2.16	Relay DPDT	30
Gambar 2.17	Simbol Transistor NPN dan PNP	30
Gambar 2.18	Rangkaian Bias Basis	32
Gambar 2.19	Karakteristik Transistor	32
Gambar 2.20	<i>Reed Switch</i>	33
Gambar 2.21	Simbol <i>Limit Switch</i>	34
Gambar 3.1	Blok Diagram Sistem	36

Gambar 3.2	Blok Diagram Unit MCU.....	37
Gambar 3.3	Minimum Sistem AT89C51	40
Gambar 3.4	Rangkaian Pewaktuan	41
Gambar 3.5	Rangkaian <i>Power on Reset</i>	42
Gambar 3.6	Format Standar Transmisi Data <i>Asinkron</i>	44
Gambar 3.7	Rangkaian RS-485 (<i>Slave</i>)	45
Gambar 3.8	Rangkaian RS-485 (<i>Master</i>)	45
Gambar 3.9	Rangkaian RS-232	46
Gambar 3.10	Rangkaian Driver	47
Gambar 3.11	Rangkaian Detektor Arus Beban	51
Gambar 3.12	Detektor Kunci	52
Gambar 4.1	Pengujian Driver Beban	60
Gambar 4.2	Pengujian Detektor Kunci	63
Gambar 4.3	Pengujian Detektor Arus.....	65
Gambar 4.4	Diagram Blok Pengujian Komunikasi Serial PC Dengan Sebuah Mikrokontroler	66
Gambar 4.5	Hasil Pengujian Komunikasi Serial Antara Komputer Dengan Sebuah Mikrokontroler	68
Gambar 4.6	Diagram Blok Pengujian Komunikasi Serial PC Dengan 2 Buah Mikrokontroler	70
Gambar 4.7	Hasil Pengujian Komunikasi Serial Antara Komputer Dengan 2 Buah Mikrokontroler	72
Gambar 4.8	Pengujian Keseluruhan Sistem	74
Gambar 4.9	Tampilan Awal Labview	74

Gambar 4.10 Tampilan File Libview Yang Telah Dibuat 75

Gambar 4.11 Tampilan Labview Untuk Setting Awal 75

Gambar 4.12 Tampilan Pesan Pada Labview Pada Saat Memasuki Kamar 76

Gambar 4.13 Tampilan Pesan Pada Labview Pada Saat Ingin Melihat Status
Beban Dalam Kamar 76

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Fungsi – Fungsi Khusus Port3	11
Tabel 2.2	Fungsi Pin Dalam DB9	21
Tabel 2.3	Spesifikasi RS-232	22
Tabel 2.4	Spesifikasi RS-485	25
Tabel 3.1	Perhitungan Arus Pada Relay	49
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Driver	61
Tabel 4.2	Perbandingan Perhitungan dan Pengukuran I Relay	62
Tabel 4.3	Pengujian Komunikasi Serial Dari Komputer ke Mikrokontroler	68
Tabel 4.4	Pengujian Komunikasi Serial Dari Mikrokontroler ke Komputer	69
Tabel 4.5	Pengujian Komunikasi Serial Dari Komputer ke 2 buah Mikrokontroler	73
Tabel 4.6	Penjelasan Kejadian Pada Saat Sistem Dijalankan	78



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Teknologi mikrokomputer saat ini telah diaplikasikan pada berbagai bidang kehidupan, yang disebabkan tuntutan manusia yang menginginkan kemudahan dan kenyamanan. Teknologi digunakan untuk membantu pekerjaan manusia, menjadikan suatu pekerjaan lebih mudah dan efisien. Dalam kehidupan sehari-hari, kita secara langsung sudah menikmati hasil dari perkembangan teknologi tersebut. Perkembangan iptek pada saat ini memacu pertumbuhan dan perkembangan di segala bidang, salah satunya di bidang pengaturan.

Kalau kita perhatikan sistem pengaturan yang mudah juga diperlukan pada kamar-kamar hotel, sehingga para pengunjung hotel atau orang yang menginap akan merasa nyaman berada di hotel. Sistem pengaturan tersebut dapat diberlakukan pada beberapa lampu, AC, dan TV pada sebuah kamar hotel. Sistem pengaturan yang diletakkan pada satu tempat saja tentu akan memudahkan pengunjung hotel untuk menghidupkan maupun mematikan alat-alat listrik yang ada dalam sebuah kamar hotel.

Pada sebuah bangunan gedung yang besar, sering dijumpai masalah yang berkaitan dengan energi listrik. Sebagai contoh pada kamar hotel sering dijumpai kasus lupa mematikan lampu, AC atau televisi, sehingga membawa efek pemborosan energi. Dan seperti yang kita rasakan saat ini, energi listrik sudah semakin langka dan sangat mahal. Sehingga diperlukan solusi untuk proses penghematan energi listrik tersebut.

Dari latar belakang diatas muncul pemikiran untuk merancang sebuah sistem yang berfungsi untuk mengatur seluruh beban listrik yang ada didalam setiap kamar hotel, sehingga setiap titik beban dapat dimonitor dan dapat diatur oleh operator.

1.2. Rumusan Masalah

Dengan latar belakang diatas, maka permasalahan dalam perencanaan dan pembuatan alat pengatur berbasis mikrokontroler dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana membuat alat pengatur lampu, AC, dan televisi yang diletakkan pada satu tempat saja dalam sebuah kamar hotel sehingga memudahkan pemakaiannya.
2. Bagaimana cara mengatur peralatan sesuai yang diinginkan (menghidupkan dan mematikan lampu, televisi, dan AC).
3. Bagaimana cara memonitor dan mengatur peralatan dalam kamar hotel melalui PC pusat.

Berdasarkan beberapa rumusan masalah di atas, maka judul yang ingin diangkat adalah: *“Perancangan Dan Pembuatan Sistem Pengatur Peralatan Listrik Pada Kamar Hotel”*

1.3. Tujuan

Tujuan penulis memilih judul perancangan dan pembuatan sistem pengatur peralatan listrik pada kamar hotel adalah menerapkan teknologi mikrokontroler sebagai teknologi yang digunakan untuk proses pengolahan data dan proses

pengiriman data. Dengan teknologi ini pengunjung dan operator dapat mengendalikan alat listrik pada kamar hotel dengan mudah.

1.4. Batasan Masalah

Di dalam penulisan skripsi ini, agar pembahasan masalah sesuai dengan yang diinginkan dan tidak menyimpang dari apa yang semula dirumuskan, maka penulis menyertakan batasan masalah sebagai berikut :

1. Pengaturan hanya dilakukan pada sebuah AC, sebuah TV dan tiga buah lampu pada tiap-tiap kamar.
2. Simulasi pengaturan hanya terhadap dua buah kamar.
3. Simulasi untuk tiga buah lampu digunakan lampu dengan daya 5 watt.
4. Simulasi untuk televisi dan AC digunakan lampu dengan daya 5 watt.

1.5 Metodologi

Metode yang digunakan dalam perencanaan dan pembuatan laporan tugas akhir ini adalah :

1. Study Literature

Dengan mempelajari teori dasar serta aplikasi yang mempunyai hubungan dengan alat yang dibuat.

2. Percobaan Laboratorium

Melakukan percobaan dan membandingkan data hasil percobaan dengan kondisi sebenarnya di lapangan yang merupakan data primer sebagai pembuktian kebenaran dari data sekunder hasil studi *literature*.

3. Merancang dan membuat perangkat keras dan perangkat lunaknya
 - 1) Membuat Gambaran Umum
 - 2) Analisa Kebutuhan, baik kebutuhan perangkat keras maupun perangkat lunak
 - 3) Perancangan alat :
 - i. Pembuatan diagram
 - ii. Penentuan data *flow* digram
 - iii. Membuat blok diagram
 - iv. Membuat rancangan fisik alat yang dibuat
 - v. Membuat rancangan *software*
 - 4) Membuat alat sesuai rancangan yang dibuat
4. Ujicoba terhadap alat yang telah dibuat
5. Menyusun laporan skripsi

1.6. Sistematika Penulisan

Dalam pembuatan tugas akhir ini secara garis besar disusun dalam lima bab, dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB 1 : PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah, tujuan penulisan, perumusan masalah, batasan masalah, metode penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB 2 : TEORI PENUNJANG

Bab ini berisi teori-teori dasar yang digunakan sebagai penunjang dalam pembuatan tugas akhir ini.

BAB 3 : PERANCANGAN DAN PEMBUATAN

Bab ini berisi tentang perancangan perangkat keras, perangkat lunak dan mekanik sistem yang akan dibuat.

BAB 4 : PENGUJIAN ALAT

Bab ini berisi data-data yang didapat dari pengujian alat baik per-blok maupun secara keseluruhan.

BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan bab penutup dalam tugas akhir, berisi kesimpulan dan saran dari tugas akhir ini.

BAB II

TEORI PENUNJANG

2.1 Mikrokontroler AT89C51

Perbedaan mendasar antara mikrokontroller dan mikroprosesor adalah mikrokontroller selain memiliki CPU juga dilengkapi dengan memori input-output yang merupakan kelengkapan sebagai sistem minimum mikrokomputer sehingga sebuah mikrokontroller dapat dikatakan sebagai mikrokomputer dalam keping tunggal (*single chip Microcomputer*) yang dapat berdiri sendiri

Mikrokontroler AT89C51 merupakan mikrokontroler 8 bit kompatibel dengan standar industri MCS-51 TM baik atas segi pemrograman maupun kaki tiap pin. Mikrokontroler AT89C51 mempunyai 4 kbyte PEROM (*Flash Programmable and Erasable Read Only Memory*).

Pada dasarnya mikrokontroler adalah terdiri atas mikroprosesor, *timer*, dan *counter*, perangkat I/O dan internal memori. Mikrokontroler termasuk perangkat yang sudah didisain dalam bentuk *chip* tunggal. Pada dasarnya mikrokontroler mempunyai fungsi yang sama dengan mikroprosesor yaitu untuk mengontrol suatu kerja sistem. Selain itu mikrokontroler juga dikemas dalam satu *chip* (*single chip*). Didalam mikrokontroler juga terdapat CPU, ALU, PC, SP, dan register seperti dalam mikroprosesor, tetapi juga ditambah dengan perangkat-perangkat lain seperti ROM, RAM, PIO, SIO, *counter* dan sebuah rangkaian *clock*. Mikrokontroler didisain dengan instruksi-instruksi lebih luas dan 8 bit instruksi yang digunakan membaca data instruksi dari internal memori ke ALU.

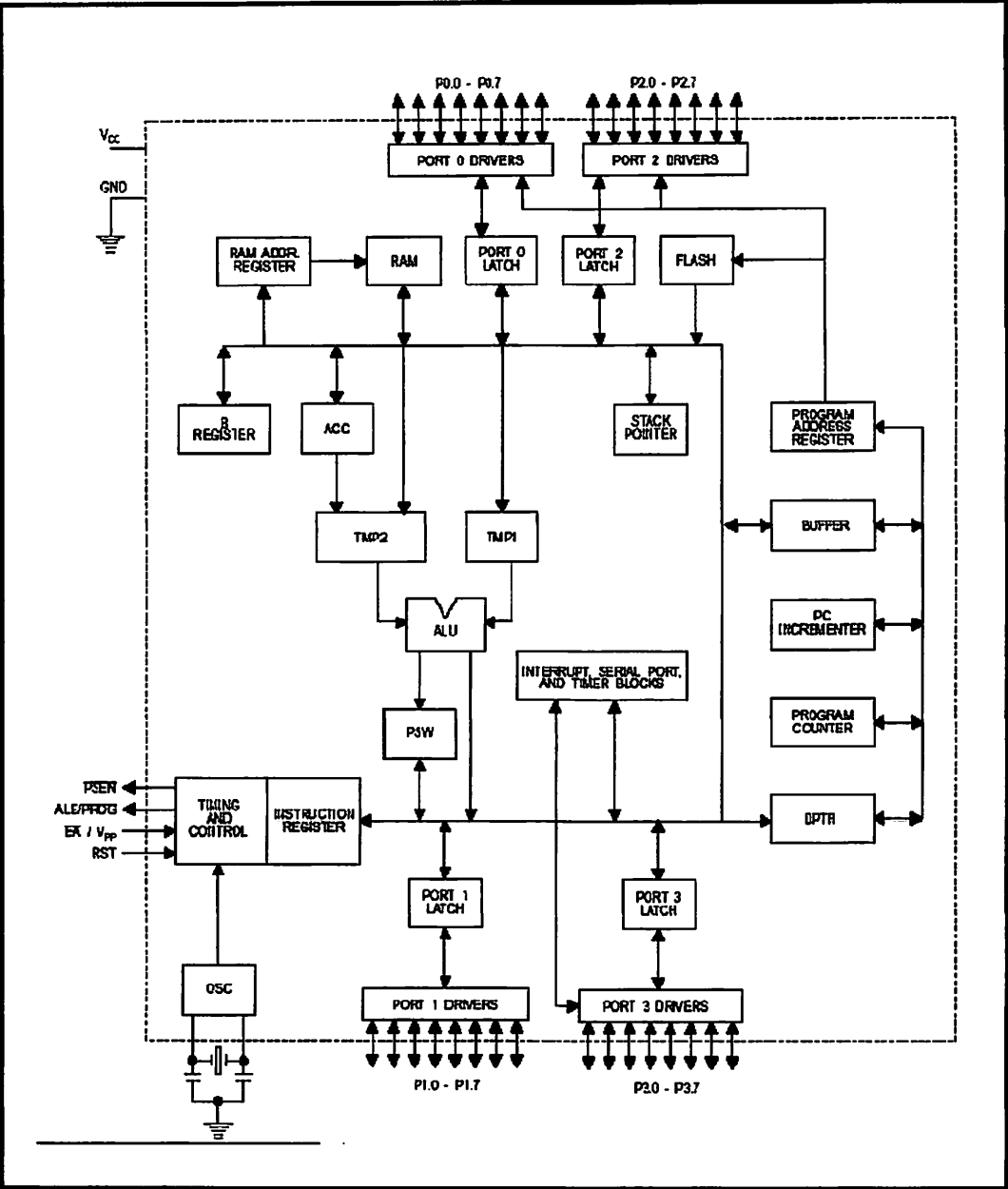
Sebagai suatu sistem kontrol mikrokontroler AT89C51 bila dibandingkan dengan mikroprosesor memiliki kemampuan dan segi ekonomis yang bisa diandalkan karena dalam mikrokontroler sudah terdapat RAM dan ROM sedangkan mikroprosesor didalamnya tidak terdapat keduanya. Secara umum konfigurasi yang dimiliki mikrokontroler AT89C51 adalah sebagai berikut : (Atmel, 1997: 4-29).

- Sebuah CPU 8 bit dengan menggunakan teknologi dari Atmel
- Flash Progammable And Erasable Read Only Memory (PEROM) mempunyai kapasitas maksimal sampai 4 Kbyte.
- Kapasitas Internal RAM sebesar 128 byte
- I/O terdiri dari 32 pin tersusun dalam 4 port (P0, P1, P2, P3) dengan setiap port terdiri dari 8 bit.
- Memiliki 6 sumber interupsi.

Sumber interupsi tersebut terdiri dari:

- a. *Non Maskable interrupt* yaitu interupsi yang tidak dapat dihalangi oleh perangkat lunak, misalnya reset.
 - b. *Maskable interrupt* yaitu interupsi yang dapat dihalangi oleh perangkat lunak, misalnya INT0, INT1, T0, T1 serta Port Serial.
- Full Duplex Serial Port yang dapat diprogram
 - Dua buah *timer/counter* 16 bit.
 - Osilator internal dan rangkaian pewaktu
 - Kemampuan melaksanakan operasi perkalian, pembagian, dan operasi *Boolean* (bit)
 - Mampu beroperasi dari 0 Hz sampai 24 MHz.

Sedangkan untuk blok diagram AT89C51 diperlihatkan dalam Gambar 2.1



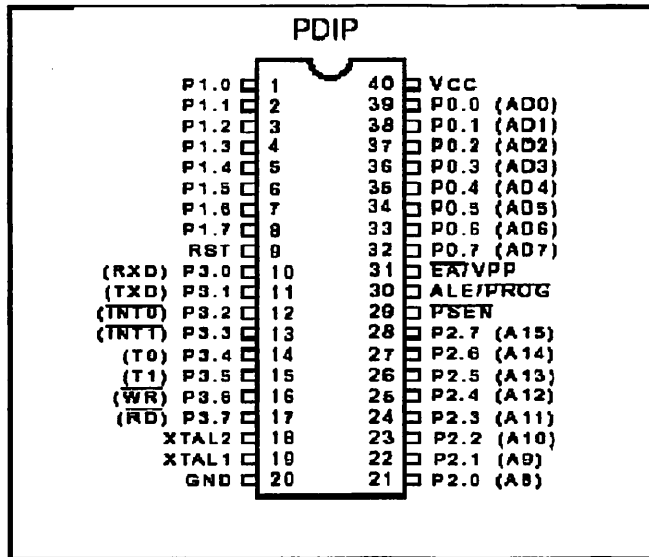
Gambar 2.1. Blok Diagram AT89C51

Sumber : Atmel, 1997: 4-30

2.1.1 Penjelasan Fungsi Pin AT89C51

Mikrokontroler AT89C51 mempunyai 40 pin seperti yang ditunjukkan dalam Gambar

2.2. fungsi-fungsi pin dijelaskan sebagai berikut:



Gambar 2.2 Susunan Pin AT89C51

Sumber: Atmel, 1997: 4-29

» Pin 1 sampai 8

Port 1 yang terdiri atas pin 1 sampai 8 merupakan saluran masukan/keluaran dua arah.

» Pin 9

RST merupakan saluran dua masukan untuk *mereset* mikrokontroler dengan cara memberi masukan logika tinggi.

» Pin 10 sampai 17

Port 3 yang terdiri atas pin 10 sampai pin 17 merupakan saluran masukan/keluaran dua arah dan mempunyai fungsi khusus seperti yang terlihat dalam Tabel 2.1

» Pin 18 dan 19

XTAL1 dan XTAL2 merupakan saluran untuk mengatur pewaktuan sistem. Untuk pewaktuan dapat dapat menggunakan pewaktuan internal maupun eksternal.

» Pin 20

Vss merupakan hubungan ke *ground* dari rangkaian.

» Pin 21 sampai 28

Port 2 yang terdiri atas pin 21 sampai 28 merupakan saluran masukan/keluaran dua arah. *Port* ini mengeluarkan 8 bit bagian alamat tinggi (A8-A15) selama pengambilan instruksi dari memori program eksternal dan pengambilan data memori eksternal yang menggunakan mode pengalamatan 16 bit.

» Pin 29

PSEN (*Program Store Enable*) merupakan sinyal baca untuk mengaktifkan memori program eksternal.

» Pin 30

ALE/PROG (*Address Latch Enable*) merupakan pulsa yang berfungsi untuk menahan alamat rendah (A0-A7) dalam *port 0*, selama proses baca/tulis memori eksternal. Frekuensi ALE adalah 6 1 kali frekuensi osilator, dan dapat digunakan sebagai pewaktu. Pin ini juga berfungsi sebagai saluran program selama dilakukan pemrograman jika menggunakan memori program internal.

» Pin 31

EA/VPP (*External Access Enable*) untuk mengatur penggunaan memori program eksternal dan internal. Pin ini harus dihubungkan dengan *ground* bila menggunakan memori program eksternal dan dihubungkan dengan VPP sebesar 12 volt jika menggunakan memori program eksternal.

» Pin 32 sampai 39

Port 0 yang terdiri atas pin 32 sampai 39 merupakan saluran masukan/keluaran.

Port 0 merupakan saluran alamat rendah (A0-A7) yang dimultipleks dengan saluran *bus* data (D0-D7)

» Pin 40

Vcc merupakan saluran masukan untuk catu daya positif sebesar 5 volt DC dengan toleransi kurang lebih 10%.

2.1.2 Masukan dan Keluaran

Untuk saluran dan keluaran terdapat 4 buah *port* yang masing-masing 8 bit. Saluran ini bersifat dua arah (*bidirectional*) yang berarti dapat difungsikan sebagai masukan atau keluaran, serta dapat dialamati per bit. *Port 3* selain digunakan sebagai *port* masukan dan keluaran juga dapat digunakan sebagai fungsi pengganti sebagaimana yang terdapat dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Fungsi-fungsi khusus port 3

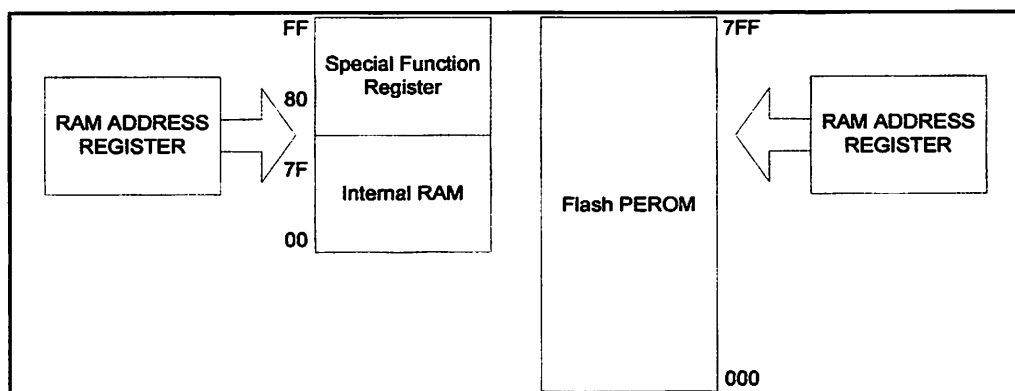
Sumber : Tjatur, 2001

Bit	Nama Pin	Alamat Bit	Fungsi alternatif
P3.0	RXD	B0H	Comm serial receiver
P3.1	TXD	B1H	Comm serial tranceiver
P3.2	INT 0	B2H	Eksternal interrupt 0
P3.3	INT 1	B3H	Eksternal interrupt 1
P3.4	T 0	B4H	Eksternal Timer /Counter Input 0
P3.5	T 1	B5H	Eksternal Timer /Counter Input 1
P3.6	WR	B6H	Eksternal memori write enable
P3.7	RD	B7H	Eksternal memori read enable

2.1.3 Struktur Memori AT89C51

Memori yang ada pada AT89C51 terdiri atas : (1) RAM Internal, memori sebesar 128 byte biasa digunakan untuk menyimpan variable atau data yang bersifat sementara. (2) *Special Function Register* (Register Fungsi Khusus), memori ini berisi register-register yang mempunyai fungsi-fungsi khusus yang disediakan oleh mikrokontroler tersebut seperti *timer*, serial dan lain-lain. (3) *Flash PEROM*, memori yang digunakan untuk menyimpan instruksi-instruksi dalam AT89C51.

Dalam bukunya, Paulus Andi Nalwan (2003) menyatakan: “AT89C51 mempunyai struktur memori yang terpisah antara RAM internal dan *Flash PEROM*-nya”. RAM Internal dialamati oleh *RAM Address Register* (Register Alamat RAM) sedangkan *Flash PEROM* dialamati oleh *Program Address Register* (Register Alamat Program). Dengan adanya struktur memori yang terpisah tersebut, maka walaupun RAM Internal dan *Flash PEROM* memiliki alamat yang sama yaitu alamat 00, namun secara fisiknya kedua memori tersebut tidak saling berhubungan.



Gambar 2.3 Alamat RAM internal dan Flash PEROM

Sumber : Nalwan, 2003

2.1.3.1 RAM Internal

RAM Internal pada AT89C51 terdiri atas :

1. *Register Banks*

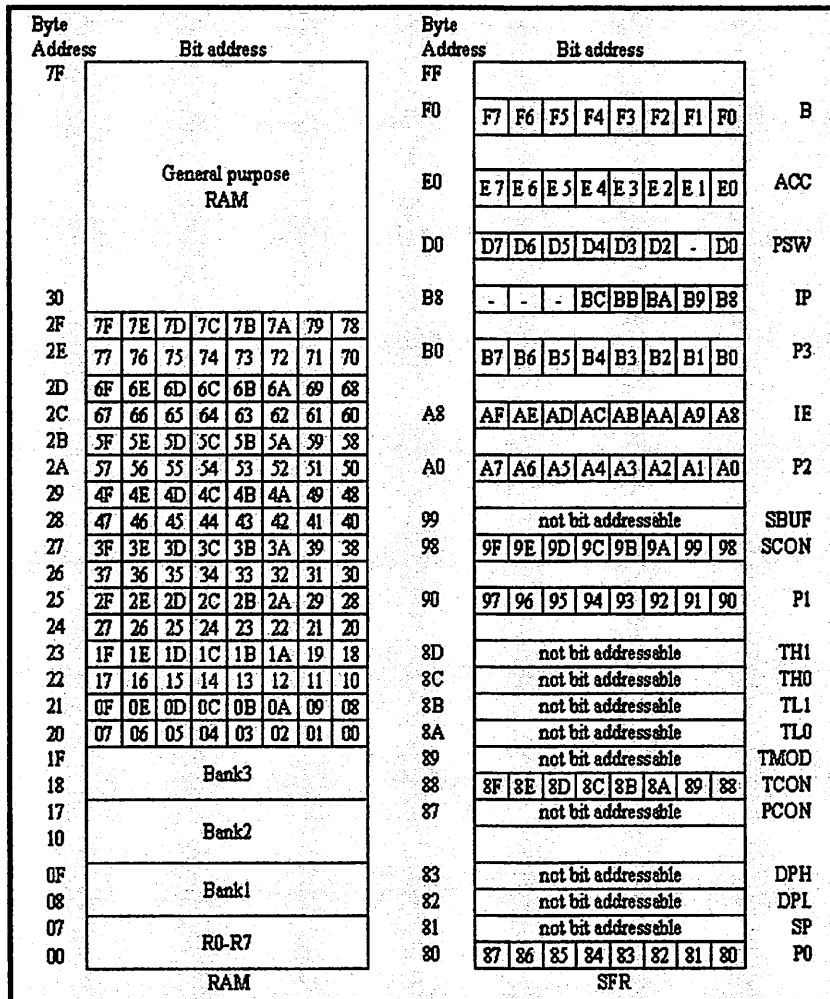
AT89C51 mempunyai delapan buah register , terdiri dari R0-R7. Kedelapan buah register ini selalu terletak pada alamat 00H-07H saat sistem direset.

2. *Bit Addressable RAM*

RAM pada alamat 20H-2FH dapat diakses secara pengalamatan bit (*bit addressable*) sehingga hanya dengan sebuah instruksi saja setiap bit dalam area ini dapat diset, *clear*, *AND* dan *OR*.

3. *General purpose RAM* (RAM Keperluan Umum)

RAM ini dimulai pada alamat 30H-7FH yang dapat diakses dengan pengalamatan langsung maupun pengalamatan tak langsung. Pengalamatan langsung dilakukan ketika salah satu operan merupakan bilangan yang menunjukkan lokasi yang dialamati. Sedangkan pengalamatan secara tak langsung pada lokasi RAM internal ini yaitu akses data dari memori ketika alamat memori tersebut tersimpan dalam suatu register R0 atau R1. Register R0 dan R1 merupakan dua buah register pada mikrokontroler AT89C51 yang dapat digunakan sebagai pointer dari sebuah lokasi memori pada RAM internal.



Gambar 2.4 Peta memori dan *Special Function Register*

Sumber : Nalwan, 2003

2.1.4 Register Fungsi Khusus (*Special Function Register*)

AT89C51 memiliki 21 *Special Function Register* (Register Fungsi Khusus). Terletak pada alamat 80H-FFH. Beberapa dari register-register ini dapat dialamati dengan pengalamatan bit. Berikut ini adalah register-register yang ada pada *Special Function Register*.

1. Akumulator

Register ini terletak pada alamat E0H, fungsinya yaitu untuk operasi aritmatik dan operasi logika serta untuk pengiriman data ke memori eksternal.

2. Port I/O

AT89C51 memiliki empat buah port, yaitu port 0, port 1, port 2 dan port 3 terletak pada alamat 80H, 90H, A0H dan B0H. Namun jika kita menggunakan eksternal memori ataupun fungsi-fungsi spesial seperti *external interrupt*, serial ataupun *external timer*, port 0, port 2 dan port 3 tidak dapat digunakan sebagai port dengan fungsi umum. Untuk itu disediakan port 1 yang dikhususkan untuk port dengan fungsi umum (Nalwan : 10).

3. PSW (*Program Status Word*)

Program Status Word atau PSW terletak pada alamat D0H.

4. Register B

Dipakai bersama-sama dengan akumulator untuk proses aritmatik, register ini berfungsi juga register biasa, sifatnya *bit addressable*.

5. *Stack Pointer*

Merupakan sebuah register 8 bit, terletak pada alamat 81H, berisi alamat dari data yang disimpan di-*stack*. *Stack pointer* dapat diedit atau dibiarkan saja mengikuti standar sesudah terjadi reset (Nalwan ; 14).

Instruksi-instruksi yang biasa dipakai adalah *push*, *POP*, *Acall* dan *Lcall*.

6. Data Pointer

Data pointer (DPTR) merupakan register 16 bit dan terletak pada alamat 82H untuk DPL dan 83H untuk DPH. Berfungsi untuk mengakses *source code* ataupun data yang terletak dimemori eksternal. Sebagai contoh lihat *listing* program dibawah ini :

```
Mov A,#01H
```

```
Mov DPTR,#2000H
```


Mov @DPTR,A

Listing diatas berfungsi untuk menuliskan data 01H kealamat 2000H, langkah pertama data diisikan ke akumulator kemudian DPTR yang berfungsi untuk menunjukkan alamat penyimpanan data diisi dengan 2000H. kemudian isi data dari akumulator akan disimpan ke lokasi memori yang ditunjuk oleh DPTR.

7. Register Timer

AT89C51 terdiri dari dua buah 16 bit *Timer/counter*, yaitu *Timer 0* dan *Timer 1*

1. *Timer* terletak di alamat 8AH untuk TL0 dan 8CH untuk TH0 dan *Timer 1* terletak di alamat 8BH untuk TL1 dan 8DH untuk TH1.

8. Register Port Serial

Dalam AT89C51 terdapat sebuah *on chip serial port* (Port Serial di dalam keping), berfungsi untuk berkomunikasi dengan peralatan lain yang menggunakan serial port juga, seperti modem, *shift register* dan lain-lain.

Buffer (penyangga) dalam proses komunikasi terletak pada register SBUF di alamat 99H, sedangkan untuk mengatur mode serial dapat dilakukan dengan mengubah isi dari SCON yang terletak pada alamat 98H.

9. Register Interupsi

AT89C51 memiliki lima buah interupsi dengan dua level prioritas interupsi. Interupsi ini selalu nonaktif setiap sistem dalam AT89C51 di reset. Register-register yang berhubungan dengan *interrupi* adalah *interrupt enable register* (IE) atau register pengaktif interupsi terletak pada alamat A8H, berfungsi untuk mengatur aktifnya tiap-tiap *interrupt* dan yang terakhir adalah *interrupt priority register* (IP) atau register prioritas interupsi terletak pada alamat B8H.

10. Register Kontrol *Power*

Register ini terdiri atas SMOD, berfungsi untuk melipat dua *baud rate* dari port serial, dua buah bit untuk *flag* fungsi umum pada bit ketiga dan bit kedua, *power down* (PD) bit dan *Idle* (IDL) bit. Pada *mode idle* hubungan antara CPU (*central processing unit*) dan internal *clock* terputus, tapi port tetap pada kondisi terakhir, ALE dan PSEN menjadi *high*, *timer* masih tetap bekerja. Mode *idle* berakhir padasaat terjadi interupsi, reset ataupun kondisi-konsisi lain yang me-reset IDL bit.

2.1.5 *Timer dan Counter Pada MCS51*

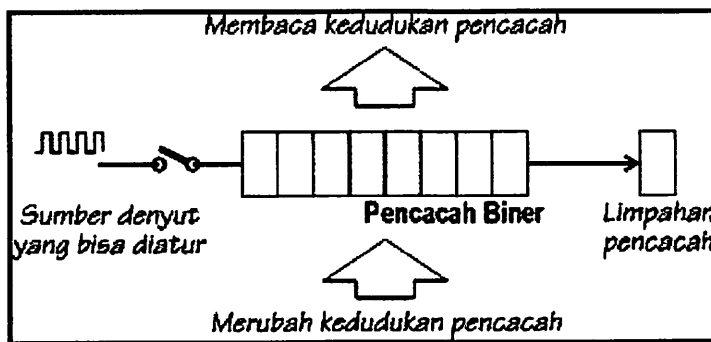
Timer dan Counter merupakan sarana *input* yang kurang dapat perhatian pemakai mikrokontroler, dengan sarana *input* ini mikrokontroler dengan mudah bisa dipakai untuk mengukur lebar pulsa, membangkitkan pulsa dengan lebar yang pasti, dipakai dalam pengendalian tegangan secara PWM (*Pulse Width Modulation*) dan sangat diperlukan untuk aplikasi *remote control* dengan infra merah. Dalam mikrokontroler AT89C51 terdapat dua buah *timer* yaitu Timer 0 dan *Timer 1*, keduanya berfungsi sebagai *counter* maupun *timer*.

Pada dasarnya sarana *input* yang satu ini merupakan seperangkat pencacah biner (*binary counter*) yang terhubung langsung ke saluran-data mikrokontroler, sehingga mikrokontroler bisa membaca kedudukan pancacah, bila diperlukan mikrokontroler dapat pula merubah kedudukan pencacah tersebut.

Seperti layaknya pencacah biner, bilamana sinyal *clock* (denyut) yang diumpankan sudah melebihi kapasitas pencacah, maka pada bagian akhir rangkaian pencacah akan timbul sinyal limpahan, sinyal ini merupakan suatu hal

yang penting sekali dalam pemakaian pencacah. Terjadinya limpahan pencacah ini dicatat dalam sebuah *flip-flop* tersendiri.

Di samping itu, sinyal *clock* yang diumpankan ke pencacah harus bisa dikendalikan dengan mudah.



Gambar 2.5 Konsep dasar *Timer / Counter* sebagai input

Sumber : Suthanto, 2001

Sinyal *clock* yang diumpankan ke pencacah bisa dibedakan menjadi 2 macam, yang pertama sinyal *clock* dengan frekuensi tetap yang sudah diketahui besarnya dan yang kedua adalah sinyal *clock* dengan frekuensi tidak tetap.

Jika sebuah pencacah bekerja dengan frekuensi tetap yang sudah diketahui besarnya, dikatakan pencacah tersebut bekerja sebagai *timer*, karena keadaan pencacah tersebut setara dengan waktu yang bisa ditentukan dengan pasti.

Jika sebuah pencacah bekerja dengan frekuensi yang tidak tetap, dikatakan pencacah tersebut bekerja sebagai *counter*, keadaan pencacah tersebut hanyalah menyatakan banyaknya pulsa yang sudah diterima pencacah.

Rangkaian pencacah biner yang dipakai, bisa merupakan pencacah maju (*up-counter*) ataupun pencacah mundur (*down-counter*).

Timer/counter sebagai sarana *input* banyak dijumpai dalam mikrokontroler, misalnya mikrokontroler keluarga MCS51, mikrokontroler ini memiliki *timer/counter* di dalam *chip* sebagai sarana *input*.

2.1.6 Komunikasi Data Serial

Untuk komunikasi data serial AT89C51 dilengkapi dengan *on chip serial port* (Port Serial di dalam keping), sistemnya secara *full duplex* sehingga port serial ini masih dapat menerima data pada saat proses pengiriman data terjadi (Nalwan; 39). Saat proses pengiriman ataupun penerimaan data AT89C51 menggunakan SBUF sebagai penyangga (*buffer*), SBUF ini letaknya pada alamat 99H, sehingga jika AT89C51 sedang melakukan proses pembacaan data pertama sedangkan data yang kedua belum diterima secara penuh maka data ini tidak akan hilang.

SBUFF terdiri atas dua buah register yang terletak di alamat yang sama yaitu 99H, kedua register tersebut adalah *transmite register* sifatnya *write only* (hanya dapat ditulis) dan *receive register* sifatnya *read only* (hanya dapat dibaca). Sistem kerjanya yaitu saat proses penerimaan data dari port serial, data yang masuk ke dalam port serial akan ditampung pada *receive register* dulu, kemudian diteruskan ke jalur *bus* internal pada saat pembacaan register SBUF. Sedangkan saat pengiriman data ke port serial data yang dituliskan dari *bus* internal ditampung pada *transmite register* dulu sebelum dikirim ke port serial.

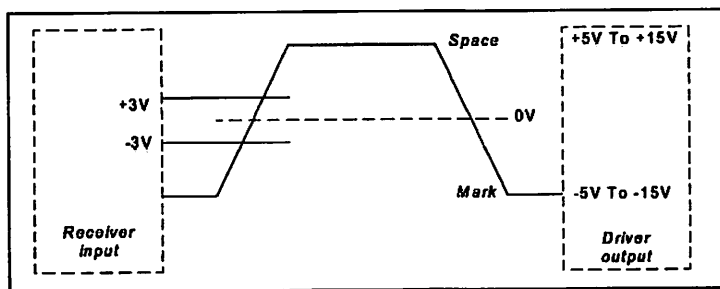
Komunikasi data serial dalam AT89C51 dibagi menjadi dua, yaitu (1) komunikasi *sinkron* dan (2) komunikasi data *asinkron*. Pada komunikasi data serial secara *sinkron* membutuhkan sinyal *clock* untuk sinkronisasi data, sinyal *clock* tersebut akan terpicu pada setiap bit pengiriman data. Sedangkan pada komunikasi data serial secara *asinkron* tidak memerlukan sinyal *clock* sebagai sinkronisasi data, tapi memakai *start bit* dan *stop bit* untuk menandai awal dan akhir dari pengiriman/penerimaan data dengan *baud rate* sebagai pemicunya.

Baud rate ini dibangkitkan oleh bagian pengirim maupun penerima dengan frekuensi yang sama.

2.2 Interface Unit RS-232

2.2.1 Karakteristik Elektris

Karakteristik elektris meliputi level tegangan, yaitu mempunyai tegangan keluaran +5 sampai +15 volt untuk mewakili level rendah (logika '0') dan -5 sampai -15 volt untuk mewakili level tinggi (logika '1'). Yang perlu diperhatikan bahwa untuk komunikasi RS232, level tinggi (-3 sampai -15 volt) didefinisikan sebagai logika '1' (*marking*) sebaliknya level rendah (+3 sampai +15 volt) didefinisikan sebagai logika '0' (*spacing*).

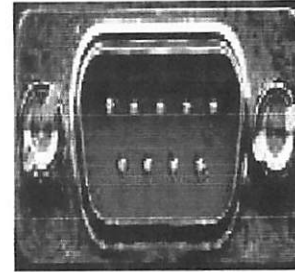
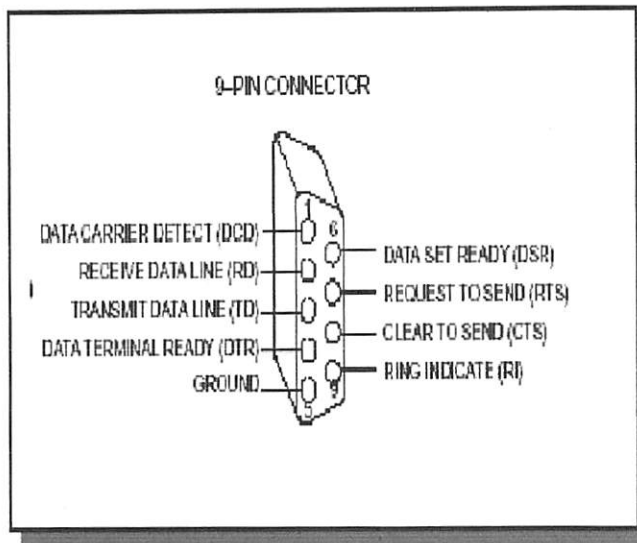


Gambar 2.6 Level Logika Standar RS-232

Sumber : Dallas semiconductor, 1998: 2

2.2.2 Karakteristik Mekanis

Untuk kebutuhan *interface*, sinyal RS-232 memanfaatkan sebuah konektor dengan jumlah pin 9 atau 25. Konektor tersebut sering disebut DB 9 atau DB 25 *connector*. Gambar tipe konektor DB9 ditunjukkan dalam Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Konfigurasi Pin Konektor RS-232

Sumber : Dallas Semiconductor, 1998: 3-9

Fungsi masing-masing pin adalah sebagai berikut :

Tabel 2.2 Fungsi Pin dalam DB9

Sumber : Dallas Semiconductor, 1998 : 6-9

No	Nama	Fungsi
1.	DCD (<i>Data Carrier Detect</i>)	Mendeteksi sinyal <i>carrier</i> dari modem lain
2.	RD (<i>Receive Data Line</i>)/ (Rx D)	Pengiriman data serial dari DCE ke DTE
3.	TD (<i>Transmit Data Line</i>)/(Tx D)	Pengiriman data serial dari DTE ke DCE
4.	DTR (<i>Data Terminal Ready</i>)	Memberitahu DCE bahwa DTE telah aktif dan siap untuk bekerja

5.	<i>Ground</i>	Referensi semua tegangan antarmuka
6.	<i>DSR (Data Set Ready)</i>	Memberitahu DTE bahwa DCE telah aktif dan siap untuk bekerja
7.	<i>RTS (Request To Send)</i>	Memberitahu DCE bahwa DTE akan mengirim data
8.	<i>CTS (Clear To Send)</i>	Memberitahu DTE bahwa DCE siap menerima data
9.	<i>RI (Ring Indikator)</i>	Aktif jika modem menerima sinyal ring pada jalur telepon

Untuk spesifikasi RS-232 dapat dilihat dalam Tabel 2.3

Tabel 2.3 Spesifikasi RS-232

Sumber : ARC Electronics, 2000

Keistimewaan	Karakteristik
Jenis operasi	<i>Single ended</i> (tak seimbang)
Jenis penggerak dan Penerima per jalur	1 <i>driver</i> 1 <i>receiver</i>
Data <i>rate</i> maksimum	20 kbps
Panjang saluran maksimum	50 ft (15 m)
Tegangan keluaran penggerak	$\pm 5 - \pm 15$ volt
Sensitivitas penerima	± 3 volt

2.3 Komunikasi Serial 485

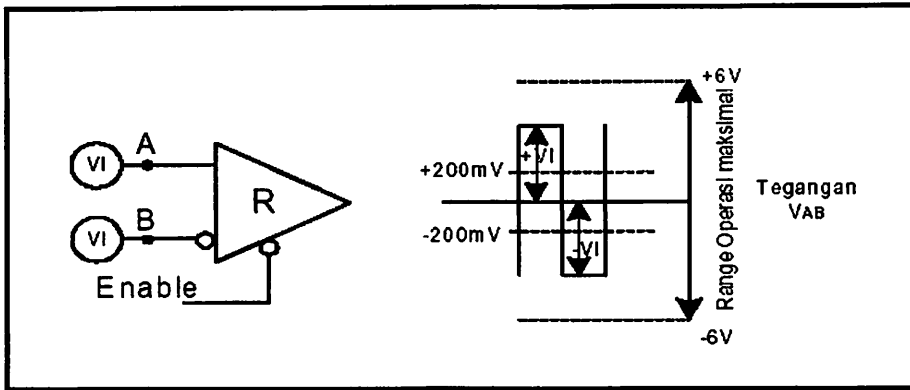
2.3.1 RS -485

Standar data serial untuk PC dan aplikasi telekom yang paling dikenal adalah RS-232. Mirip dengan RS-232, RS-485 juga standar untuk data serial. Standar tersebut digunakan untuk tujuan kontrol dan instrumentasi yang memerlukan komunikasi. Standar RS-485 dikembangkan oleh dua asosiasi, yaitu: *The Electronics Industries Association* (EIA) dan *The Telecommunication Industry Association* (TIA). EIA memberi label dalam semua standarnya dengan singkatan RS (*Recommended Standard*). Banyak teknisi menggunakannya tetapi secara resmi mengganti RS dengan “EIA/TIA” untuk melihat identitas asal standar tersebut.

Dewasa ini dikenal 2 macam saluran transmisi data, yaitu transmisi saluran tunggal (*single-ended/ unbalance data transmission*) yang biasa dipakai RS-232, dan transmisi saluran ganda (*differential balanced data transmission*) yang biasa dipakai RS 485. Dalam saluran jenis saluran tunggal, satu sinyal dikirimkan dengan satu buah kabel ditambah *ground*, atau dua sinyal dikirim dengan dua buah kabel ditambah kabel *ground*. Sedangkan jenis saluran ganda, setiap sinyal dikirim dengan dua buah kabel dan dua sinyal dikirim dengan empat buah kabel. Meskipun *balanced data transmission* lebih rumit, tetapi memiliki sifat yang tahan terhadap gangguan listrik eksternal, sehingga dapat menyalurkan data lebih jauh dengan kecepatan tinggi.

2.3.2 Karakteristik Elektris

Dalam Gambar 2.8 ditunjukkan karakteristik elektrik RS485.



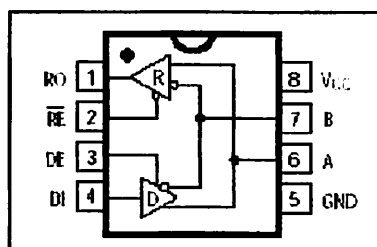
Gambar 2.8 Level Tegangan Masukan Saluran Penerima

Sumber : B&B electronic, 1997:4

Jika beda tegangan dalam masukan V_{AB} lebih dari +200 mV (V_A lebih positif daripada V_B), maka port penerima (*receiver*) RS-485 akan berlogika 1. Sebaliknya, jika beda tegangan antara V_{AB} kurang dari -200 mV (V_A lebih negatif daripada V_B), maka receiver akan berlogika 0.

2.3.3 Karakteristik Mekanis

Untuk membantu perancang dalam menggunakan RS-485, maka dibutuhkan suatu komponen untuk memenuhi ketentuan RS-485. Dalam Gambar 2.9 ditunjukkan bentuk komponen IC yang memenuhi RS-485.



Gambar 2.9 Bentuk Mekanis Komponen IC RS-485

Sumber : Maxim, 1996 :7

Untuk memulai proses komunikasi half duplex, yang mana pengaturannya melalui DE/\overline{RE} . Jika DE/\overline{RE} diberi masukan logika 1, maka berfungsi sebagai pengirim data (*transmitter*) dan sebaliknya jika diberi logika 0, maka berfungsi sebagai penerima data (*receiver*).

Spesifikasi RS-485 dapat dilihat dalam Tabel 2.4.

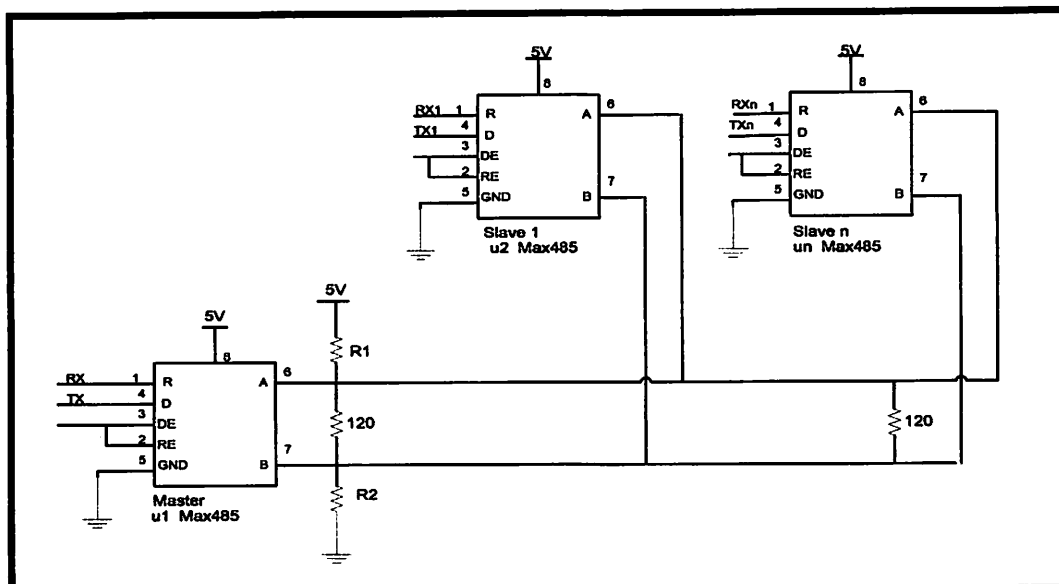
Tabel 2.4 Spesifikasi RS-485

Sumber : R.E Smith, 1999

Keistimewaan	Karakteristik
Jenis operasi	<i>Differential</i> (seimbang)
Jenis penggerak dan Penerima per jalur	1 <i>driver</i> 32 <i>receiver</i>
Data <i>rate</i> maksimum	10 Mbps
Panjang saluran maksimum	4000 ft (1200 m)
Tegangan keluaran penggerak	±1,5 volt
Sensitivitas penerima	±200 mV

2.3.4 Komunikasi Multi Point Dengan RS-485

Komunikasi *multipoint/ multi drop* dengan RS-485 ada 2 macam, yaitu system dengan 2 *wires* dan system dengan 4 *wires*. Sistem 2 *wires* dapat dijelaskan bahwa hanya diperlukan sebuah IC MAX485 yang dipasang pada masing-nasing *master* dan *slave* nya. Terlihat juga pada ujung saluran masing-masing dipasang resistor 120 ohm yang menghubungkan kedua kabel. Resistor tersebut digunakan untuk mengurangi terjadinya gelombang pantul pada saluran yang sering terjadi pada transmisi berkecepatan tinggi.



Gambar 2.10 Komunikasi 2 wire

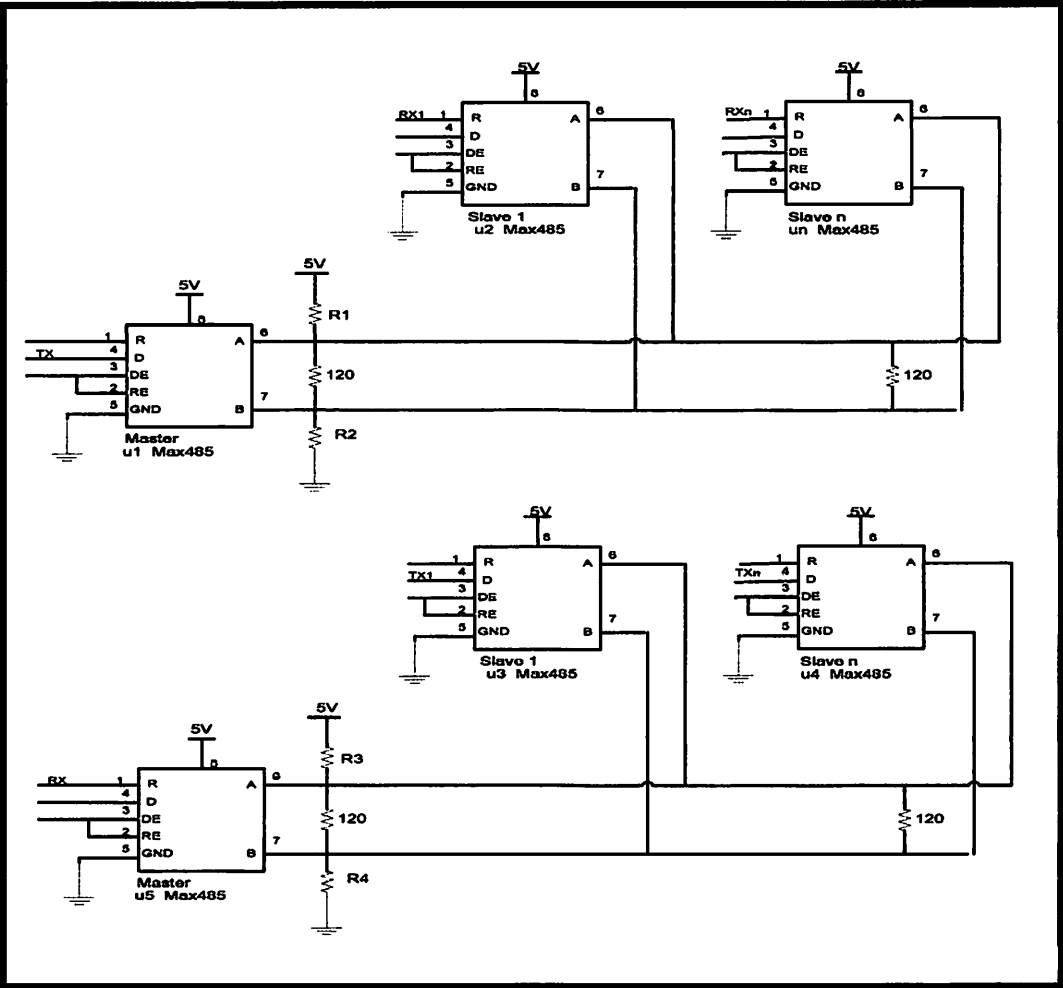
Sumber: Rachmad Setiawan,2005

Pada system 2 wires, transmisi data berlangsung *half duplex*, maka dari itu semua pin dari DE dan RE harus dikontrol. Jika hal ini tidak dilakukan akan terjadi kesalahan. Karena transmisi data hanya bias berlangsung secara bergantian. Oleh karena itu *master* lah yang harus mengatur terjadinya proses komunikasi data. Pada saat *master* akan menghubungi salah satu *slave*, maka *master* harus mengaktifkan *linegenerator* dengan memberi logika *high* pada pin DE dan RE, sementara semua ke *slave* dalam keadaan siap menerima data (RE dan DE masing-masing slave diberi logika *low*). Kemudian slave yang terpanggil akan membalasnya dengan mengaktifkan *line generator* nya dan mengirimkan informasi ke saluran. Setelah itu slave tersebut mematikan kembali *line generator* dan *master* kembali mengaktifkan *line generator* untuk menghubungi *slave* yang lain.

Pada *slave* yang jaraknya paling jauh dari master dipasang 2 buah resistor bias yang masing-masing bernilai sama sesuai dengan jumlah *nodenya*. Resistor

yang terhubung ke A dihubungkan ke +5V dan resistor yang terhubung ke B dihubungkan ke *ground*. Hal ini digunakan untuk membias arus agar agar tidak terjadi penurunan tegangan akibat beban.

Sedangkan pada system 4 *wires*, dibutuhkan masing-masing 2 buah IC MAX485 pada *master* dan *slave* nya. Keuntungan system 4 *wires* ini adalah proses transmisi data berlangsung secara *full duplex* karena proses transmit dan recive melalui jalur yang berbeda.



Gambar 2.11 Komunikasi 4 wire

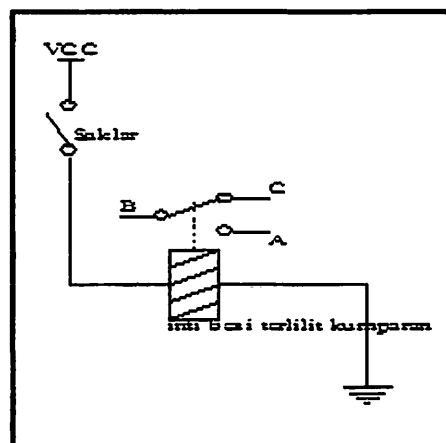
Sumber: Rachmad Setiawan,2005

2.4 Relay

Relay adalah suatu alat untuk membuka dan menutup kontak secara elektrik dengan tujuan menghubungkan fungsi dari rangkaian satu ke rangkaian lainnya. Relay adalah komponen elektronika yang terdiri dari sebuah lilitan kawat (kumparan/koil) yang terlilit pada sebuah besi lunak.

Cara Kerja :

Jika ada arus yang masuk dan melalui kumparan maka pada kumparan tersebut akan terdapat induksi magnetik. Induksi magnetik nantinya akan menarik pegas kontak untuk merubah posisi awalnya menjadi terhubung ke bagian yang diinginkan. Setelah arus berhenti, maka tidak ada induksi sehingga kontak akan kembali ke input semula. Jika kumparan dialiri arus listrik maka inti besi akan menjadi magnet dan menarik pegas sehingga kotak AB terhubung dan BC terputus.

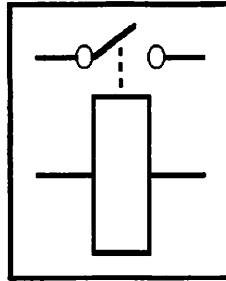


Gambar 2.12 Cara Kerja Relay

Relay merupakan suatu alat untuk menghubungkan atau memerlukan kontak antara komponen yang satu dengan yang lain. Dalam memutuskan atau menghubungkan kontak digerakkan oleh fluksi yang ditimbulkan dari adanya medan magnet listrik yang dihasilkan oleh kumparan yang melilit pada besi lunak.

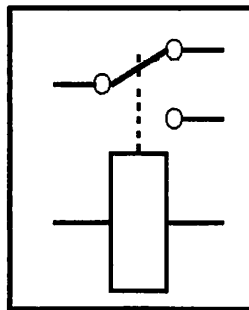
Ada beberapa macam relay, antara lain:

- SPST (*Single Pin Single Terminal*)



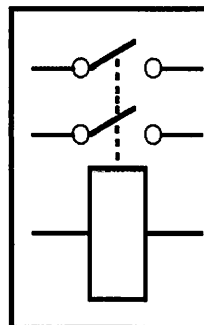
Gambar 2.13 Relay SPST

- SPDT (*Single Pin Dual Terminal*)



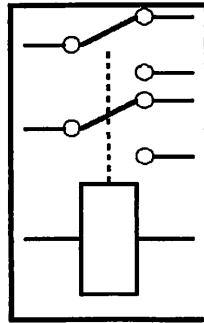
Gambar 2.14 Relay SPDT

- DPST (*Dual Pin Single Terminal*)



Gambar 2.15 Relay DPST

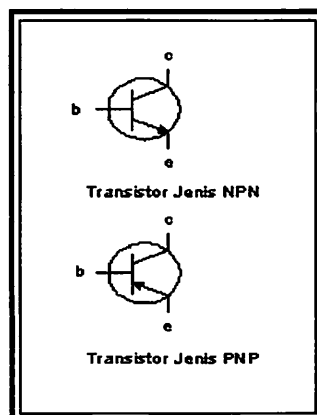
- DPDT (*Dual Pin Dual Terminal*)



Gambar 2.16 Relay DPDT

2.5 Transistor

Transistor merupakan komponen semikonduktor yang dapat digunakan untuk memperkuat sinyal listrik, sebagai saklar elektronik dan lain sebagainya. Pada dasarnya, sebuah transistor terbuat dari bahan germanium atau silikon yang terdiri dari tiga sisi, yaitu dua sisi tipe-P yang dipisah oleh sebuah tipe-N atau bisa juga dua buah sisi tipe-N yang dipisahkan oleh sebuah sisi tipe-P. jenis yang pertama disebut dengan transistor PNP, dan yang kedua disebut dengan transistor jenis NPN..



Gambar 2.17 Simbol Transistor NPN dan PNP

Sumber : Malvino, 1992 : 103

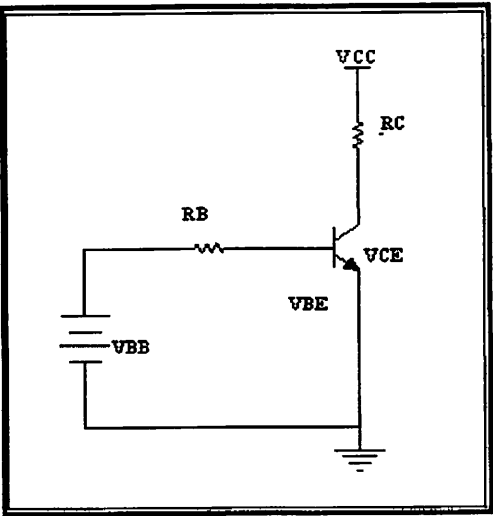
2.5.1. Daerah Kerja Transistor

Transistor dapat dioperasikan dalam tiga operasi yaitu daerah penjenjutan (*saturation*), daerah titik sumbat (*cut off*) dan daerah aktif. Pada saat saturasi idealnya V_{CE} sama dengan nol tapi pada kenyataannya ada drop tegangan yang kecil ($V_{CE(Sat)}$). Jika arus basis lebih besar dari pada $I_{B(Sat)}$, arus kolektor tidak dapat bertambah karena dioda kolektor tidak lagi dibias *reverse*. I_B saturasi merupakan nilai minimum yang dibutuhkan untuk menyebabkan transistor saturasi.

Transistor berada dalam daerah *cut off* jika ada arus yang mengalir ke basis atau arus yang keluar dari basis (I_B berharga nol atau negatif) maka arus kolektornya juga sama dengan nol, yang dimaksud disini adalah arus yang mengalir dari kolektor, tetapi sebenarnya terdapat arus bocor yang kecil.

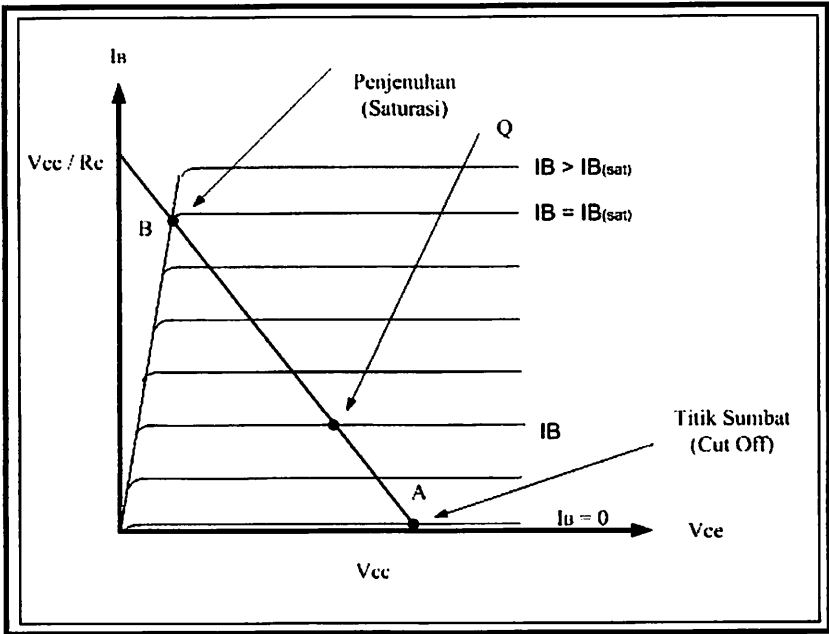
Transistor dalam daerah aktif, jika ada arus yang mengalir dan jika V_{CE} lebih positif dari V_{BE} (kolektor lebih positif dari pada basis), maka perubahan kecil dalam arus basis akan menimbulkan perubahan yang besar dalam arus kolektor, sehingga memungkinkan penguatan masukan. Dalam daerah ini V_{BE} mendapat bias *forward*.

Gambar 2.18 merupakan salah satu rangkaian transistor dan diperoleh karakteristik transistor.



Gambar 2.18 Rangkaian Bias Basis

Sumber : Malvino, 1981 : 122



Gambar 2.19 Karakteristik Transistor

Sumber : Malvino, 1981 : 122

Untuk garis beban diperoleh dengan persamaan

$$V_{CC} = I_C.R_C + V_{CE}.....(2-9)$$

Saat *cut off* $I_B = 0$, sehingga :

$$I_C = \beta \cdot I_B \dots\dots\dots(2-10)$$

$$I_{C(Sat)} = V_{CC} \text{ (pada titik A)}$$

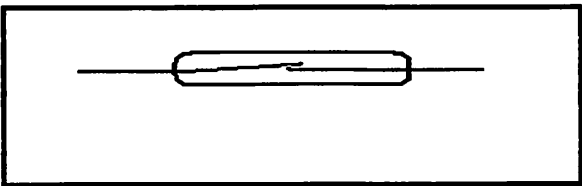
Saat saturasi, maka $I_B = I_{B(Sat)}$, sehingga :

$$I_{C(Sat)} = \frac{V_{cc}}{R_{cc}} \text{ (titik B)} \dots\dots\dots(2-11)$$

Jika arus basis lebih besar atau sama dengan I_B saturasi, titik kerja Q berada dalam ujung atas dari garis beban, maka transiator seperti sebuah saklar tertutup. Sebaliknya, jika arus basis nol, transistor bekerja dalam ujung bawah dari garis beban, dan transistor seperti sebagai saklar terbuka.

2.6 Reed Switch

Pada dasarnya reed switch adalah sebuah saklar yang terbungkus oleh tabung kaca. Prinsip kerja dari reed switch adalah apabila ada arus yang lewat diluar tabung kaca dan besarnya sesuai dengan nilai minimum pengkondisi kontak pada reed switch, kontak saklar didalam tabung akan terhubung sehingga menghubungkan kedua ujung saklar.



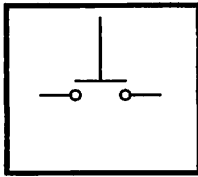
Gambar 2.20 Reed Switch

2.7 Limit Switch

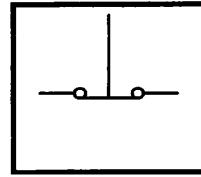
Limit switch merupakan sebuah saklar yang bekerja karena ada suatu sentuhan atau gesekan. *Limit switch* mempunyai beberapa bagian antara pengungkit dan roda penjulung yang merupakan bagian mekanik yang jika tersentuh oleh suatu benda atau mekanisasi lain, maka *limit switch* akan on dan lalu menggerakkan lengan pengungkit dalam suatu kontak.

Ada beberapa tipe *limit switch* yaitu *limit switch* yang merupakan kontak NC (*normally Closed*) dan NO (*Normally Open*). Limit yang merupakan kontak NO berfungsi sebagai penghubung sedangkan yang kontak NC berfungsi sebagai pemutus.

Adapun simbol dari *limit switch* atau *push button* dari yang NC adalah sbb :



Pushbutton make NO
(normally Open)



Pushbutton break NC
(normally Closed)

Gambar 2.21 Simbol Limit Switch

BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN

Pada bab ini akan membahas bagaimana perencanaan dan pembuatan sistem pengatur kelistrikan pada kamar hotel. Pada dasarnya perancangan meliputi dua pokok pembahasan, perangkat keras dan perangkat lunaknya.

3.1. Perencanaan

3.1.1. Perangkat Keras

Perangkat keras sistem ini terdiri beberapa bagian , yaitu :

- a. Sistem mikrokontroler AT89C51.
- b. RS-485.
- c. Rangkaian Driver untuk *on* atau *off* beban (lampu,TV, dan AC).
- d. Rangkaian *Feedback* atau detektor arus beban.

3.1.2. Perangkat Lunak

Dalam perencanaan perangkat lunak, meliputi beberapa sistem yang digunakan yaitu:

- a. Pembuatan program untuk mengirim dan menerima data dari PC.
- b. Pembuatan program untuk membedakan slave1 dan slave2.
- c. Pembuatan program untuk on/off beban dengan menekan Pushbutton.
- d. Pembuatan program untuk on/off beban melalui PC.
- e. Pembuatan program untuk detektor arus beban untuk pemberitahuan kepada PC.

3.2. Perencanaan Sistem

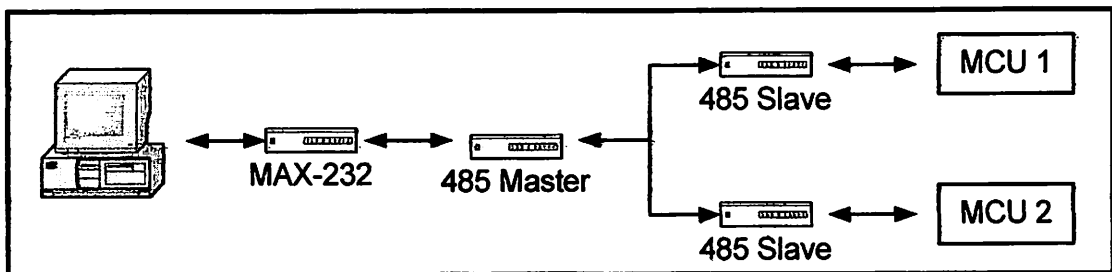
3.2.1. Penentuan Spesifikasi Alat

Perancangan alat ini memiliki spesifikasi alat sebagai berikut:

- Menggunakan Mikrokontroller AT89C51 untuk pengolah data.
- Menggunakan RS-485 dan RS-232 untuk komunikasi dengan komputer.
- Menggunakan Relay untuk driver lampu, TV, dan AC.

3.2.2. Perancangan Blok Diagram

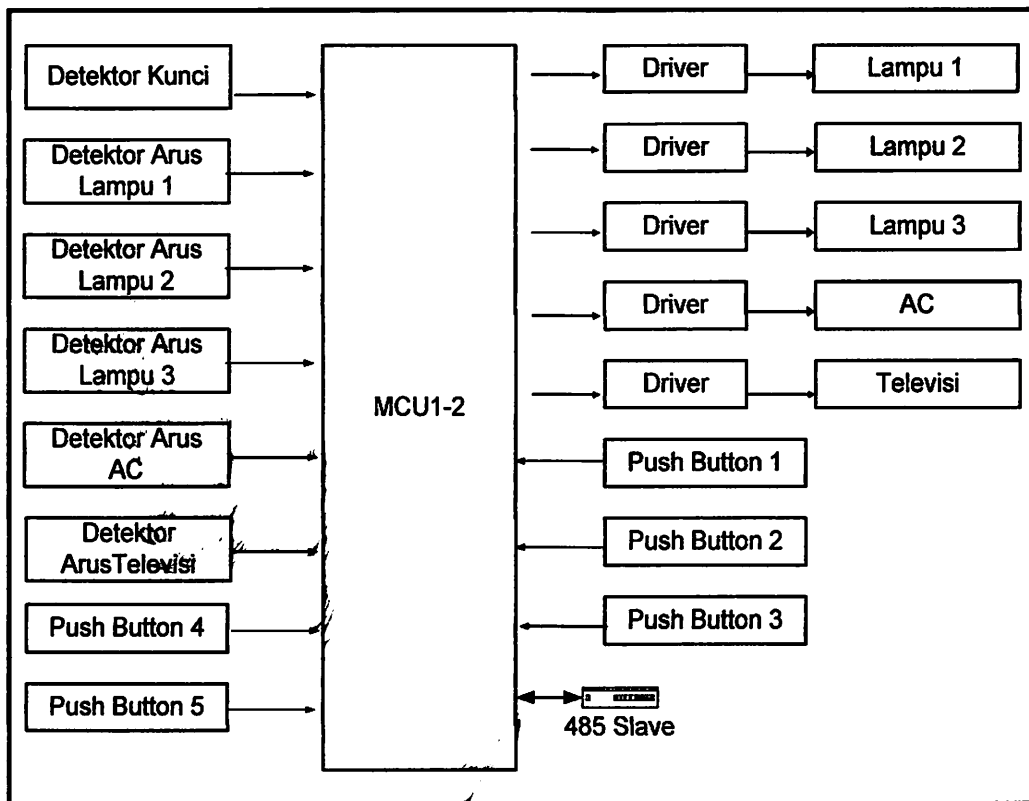
Perancangan blok diagram dibuat dan kemudian dianalisa prinsip kerja rangkaian. Blok diagram yang akan dijelaskan terbagi atas beberapa blok gambar



Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem

Blok diagram sistem yang direncanakan ditunjukkan oleh gambar diatas, dimana PC berfungsi sebagai *master* pengatur dan MCU sebagai *slave*, namun setiap MCU dapat bekerja sendiri tanpa PC. PC disamping sebagai monitoring status tiap-tiap MCU, juga berfungsi untuk mengatur peralatan yang terpasang pada jaringan, jadi PC bisa merubah status beban yang terhubung pada tiap-tiap MCU. *Slave* yang

tidak boleh mengirim data ke PC kecuali diminta oleh PC dengan cara PC menghubungi alamat *slave* (*slave* 1 atau *slave* 2) terlebih dahulu.



Gambar 3.2 Blok Diagram Unit MCU

Pada gambar diatas merupakan blok diagram unit MCU yang berfungsi untuk mengatur beban, baik berupa beban lampu, televisi, maupun AC. Unit ini diatur oleh mikrokontroler AT89C51 dan dilengkapi dengan jalur serial komunikasi untuk komunikasi dengan PC master kontrol.

John, David, and I were all in the same class at the University of Michigan, and we were all in the same class at the University of Michigan.

© 2000 Blackwell Science Ltd *Journal of Internal Medicine* 247: 105–112

Journal of Management Studies, 20(6), 791-806.

[illegible]

Journal of Management Education 36(7)>

- AT89C51

Memproses semua masukan untuk kemudian memutuskan tindakan apa yang dilakukan sehingga menjadi suatu sistem kerja yang terprogram.

- Detektor kunci

Inputan untuk mikrokontroler sebagai pemberitahuan bahwa ada pengunjung yang datang. Ketika kunci dimasukan pada tempatnya maka akan menyalakan lampu 1, lampu 2, dan lampu 3.

- Push button 1-5

Berfungsi sebagai saklar untuk on/off beban

- Detektor arus lampu 1, lampu 2, lampu 3, AC dan televisi

Berfungsi sebagai inputan mikrokontroler sebagai pemberitahuan bahwa lampu, AC atau televisi menyala atau mati, yang kemudian data tersebut akan dikirimkan ke PC jika PC memintanya.

- Driver

Memperkuat sinyal keluaran dari Mikrokontoller yang kemudian output dari driver ini akan diumpankan ke unit yang diatur.

- RS-485

interface atau antar muka antara mikrokontroller dan PC dengan menggunakan komunikasi secara serial, dengan pertimbangan posisi PC master dan slave jaraknya cukup jauh.

3.3. Perencanaan Perangkat Keras

Pada perancangan dan pembuatan alat menggunakan komponen utama yaitu mikrokontroller, sedangkan rangkaian pendukung diupayakan seminimal mungkin, sehingga dalam perencanaan dan pembuatan alat akan lebih praktis dan ekonomis serta memiliki kemampuan fungsi sistem seperti yang akan direncanakan. Adapun beberapa perangkat keras berupa:

3.3.1. Perancangan Minimum Sistem

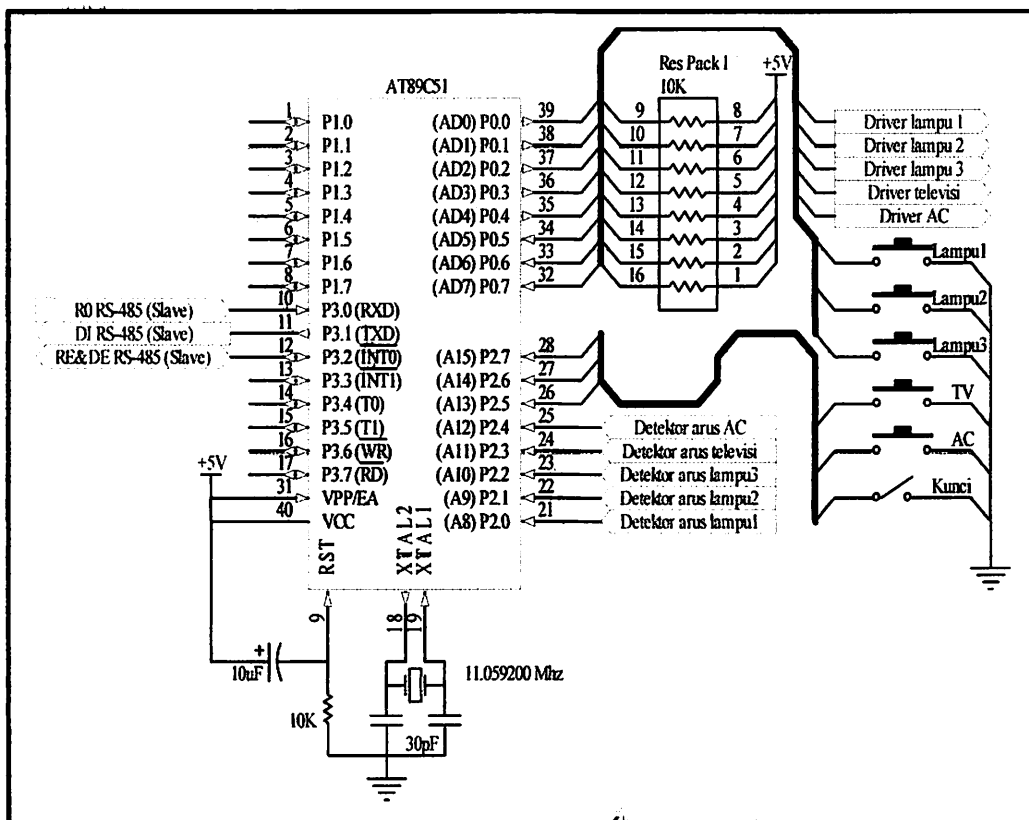
Mikrokontroler yang digunakan dalam perancangan alat ini adalah IC mikrokontrol AT89C51. Mikrokontroler AT89C51 harus didukung oleh beberapa rangkaian lain agar dapat melakukan prosesnya, yaitu berupa rangkaian clock dan reset. Semua pengaturan dan pengolahan data dilakukan oleh mikrokontroler. Gambar rangkaian secara keseluruhan dapat dilihat pada lampiran.

Penggunaan port Mikrokontroller AT89C51 pada rancangan ini adalah sebagai berikut :

- | | |
|---------|-------------------|
| 1. P0.0 | : Driver Lampu 1 |
| 2. P0.1 | : Driver Lampu 2 |
| 3. P0.2 | : Driver Lampu 3 |
| 4. P0.3 | : Driver Televisi |
| 5. P0.4 | : Driver AC |
| 6. P0.5 | : Saklar Lampu 1 |
| 7. P0.6 | : Saklar Lampu 2 |
| 8. P0.7 | : Saklar Lampu 3 |

- | | |
|----------------------|-----------------------------|
| 9. P2.7 | : Saklar Televisi |
| 10. P2.6 | : Saklar AC |
| 11. P2.5 | : Detektor Kunci |
| 12. P2.0 | : Detektor Arus Lampu 1 |
| 13. P2.1 | : Detektor Arus Lampu 2 |
| 14. P2.2 | : Detektor Arus Lampu 3 |
| 15. P2.3 | : Detektor Arus Televisi |
| 16. P2.4 | : Detektor Arus AC |
| 17. P3.0, P3.1, P3.2 | : Dihubungkan dengan RS 485 |

Gambar rangkaian mikrokontroller dapat dilihat dibawah ini:



Gambar 3.3 Minimum Sistem AT89C51

1. The first part of the document is a list of names and dates, which appears to be a roster or a list of events. The names are written in a cursive script, and the dates are in a more formal, printed style. The list is organized into two columns, with names on the left and dates on the right.

2. The second part of the document is a series of handwritten notes or entries. These are written in a cursive script and are organized into a list format. The notes appear to be related to the names and dates in the first part, possibly providing additional information or details about the events or individuals listed.

3. The third part of the document is a series of handwritten notes or entries, similar to the second part. These are also written in a cursive script and are organized into a list format. The notes appear to be related to the names and dates in the first part, possibly providing additional information or details about the events or individuals listed.

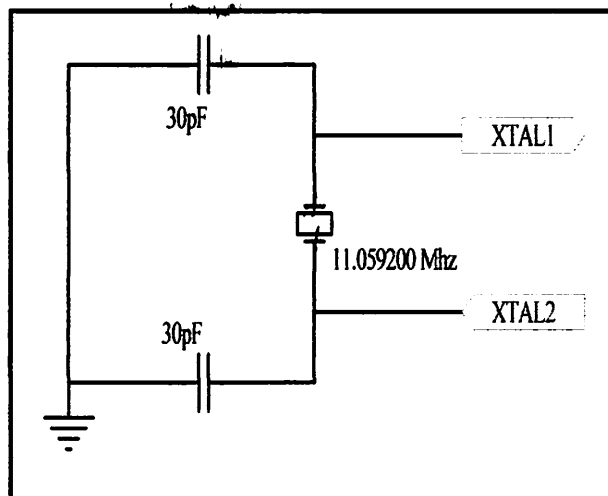
4. The fourth part of the document is a series of handwritten notes or entries, similar to the second and third parts. These are also written in a cursive script and are organized into a list format. The notes appear to be related to the names and dates in the first part, possibly providing additional information or details about the events or individuals listed.

5. The fifth part of the document is a series of handwritten notes or entries, similar to the second, third, and fourth parts. These are also written in a cursive script and are organized into a list format. The notes appear to be related to the names and dates in the first part, possibly providing additional information or details about the events or individuals listed.

25. *Journal of the American Medical Association*, 277:1225-1226, 1996

3.3.1.1 Rangkaian Clock

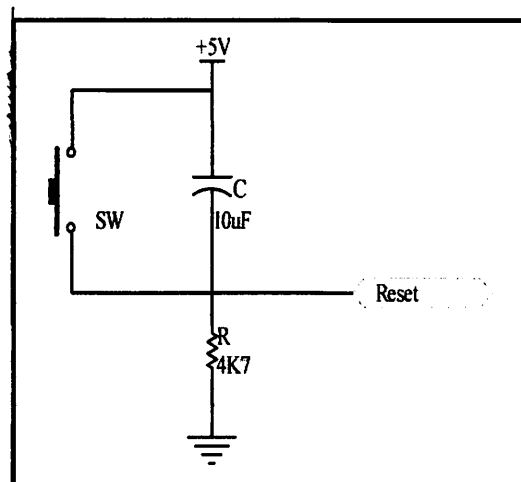
Kecepatan proses yang dilakukan oleh mikrokontroler ditentukan oleh sumber *clock* (pewaktuan) yang mengendalikan mikrokontroler tersebut. Sistem yang dirancang ini akan menggunakan osilator internal yang sudah tersedia di dalam chip AT89C51. Untuk menentukan frekuensi osilatornya cukup dengan cara menghubungkan kristal pada pin XTAL1 dan XTAL2 serta dua buah kapasitor ke *ground*. Besar kapasitansinya disesuaikan dengan spesifikasi pada lembar data AT89C51 yaitu 30 pF. Pemilihan besar frekuensi kristal disesuaikan dengan pemilihan kecepatan yang diharapkan untuk transfer data melalui pin *serial interface* AT89C51 tersebut. Sistem ini dirancang untuk memiliki kemampuan *baud rate* sebesar 9600 bps, sehingga dipilih kristal dengan nilai 11,0592 MHz sesuai dengan spesifikasi pada lembar data AT89C51. Gambar 3.4. memperlihatkan rangkaian pewaktu yang digunakan.



Gambar 3.4. Rangkaian Pewaktuan

3.3.1.2 Rangkaian Reset

Untuk mereset mikrokontroler, pin RST harus diberi logika tinggi selama sekurangnya dua siklus mesin (24 periode osilator). Untuk membangkitkan sinyal reset pada saat awal catu daya dihidupkan, suatu reset otomatis dapat dilakukan dengan menghubungkan pin RST ke rangkaian *Power-On Reset*, seperti dalam Gambar 3.5. Ketika catu daya dinyalakan, rangkaian akan menahan pin RST dalam kondisi logika tinggi selama selang beberapa saat tergantung nilai kapasitor dan kecepatan pengisian muatannya. Pemberian catu daya pada mikrokontroler tanpa suatu sinyal reset dapat menyebabkan CPU memulai eksekusi instruksinya dari lokasi yang tak tertentu. Ini disebabkan karena *Program Counter* tidak terinisialisasi.



Gambar 3.5. Rangkaian *Power-On Reset*

3.3.2. Komunikasi Serial

Pada perancangan alat ini digunakan komunikasi serial untuk menghubungkan PC dengan alat . Pada port serial data dalam format serial sehingga data dapat dikirim dengan cepat. Untuk melakukan proses komunikasi data antara mikrokontroler dengan komputer diperlukan syarat – syarat yang harus dipenuhi, yaitu pengaturan *baud rate* serta pengaturan secara perangkat lunak. Jenis data yang akan dikirim adalah dalam bentuk data biner (bit per bit transfer) dengan satuan *baud rate* untuk kecepatan proses transfernya.

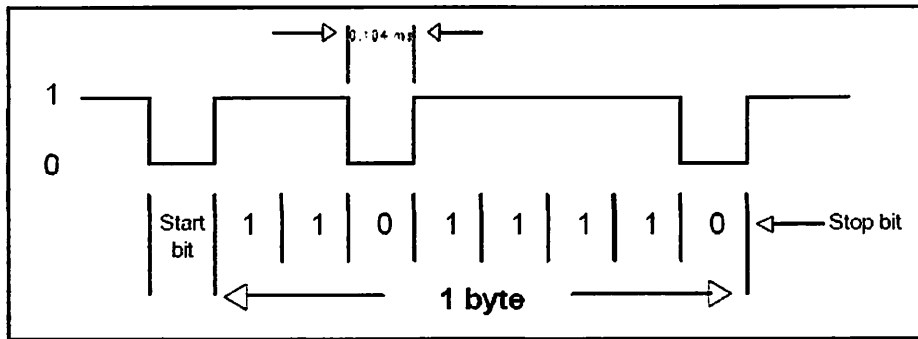
Serial kontrol (SCON) merupakan register khusus pengontrol kerja port serial, diset untuk mentransmisikan 8 bit data UART (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*) yang merupakan standar komunikasi data dengan *baud rate* yang dapat diatur (*variable*) . Penentuan *baud rate* tersebut dilakukan dengan pengesetan *timer/counter 1 high bit (TH1)* .Bila diinginkan *baud rate* 9600 bps maka :

$$\text{Baud Rate} = \frac{2^{\text{SMOD}} \times \text{Frekuensi Osilator}}{32 \times 12 [256 - \text{TH1}]}$$

$$9600 = \frac{2^0 \times 11.0592.10^6}{32 \times 12 [256 - \text{TH1}]}$$

$$\text{TH1} = 0\text{FDh} = 253 \text{ d}$$

1. The first part of the document is a letter from the President of the United States to the Secretary of the Navy, dated 18th March 1881. The letter is signed by the President and is addressed to the Secretary of the Navy. The letter is a copy of a letter from the President to the Secretary of the Navy, dated 18th March 1881. The letter is signed by the President and is addressed to the Secretary of the Navy. The letter is a copy of a letter from the President to the Secretary of the Navy, dated 18th March 1881. The letter is signed by the President and is addressed to the Secretary of the Navy.

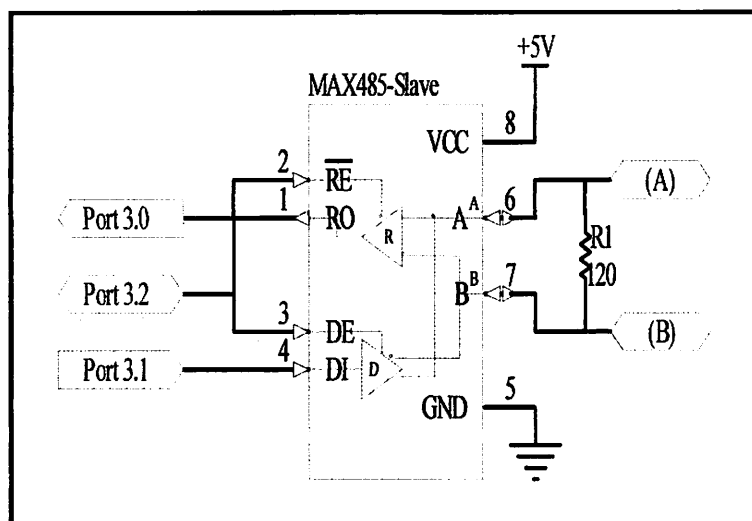


Gambar 3.6. Format Standar Transmisi Data Asinkron

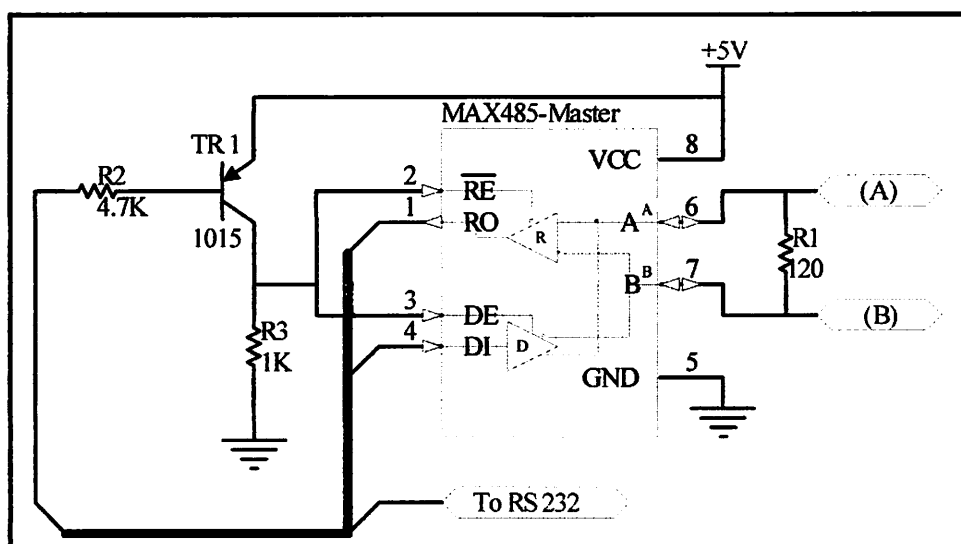
Jika *baud rate* besarnya adalah 9600 bps bit data membutuhkan waktu 0,104 mili detik. Karena 1 karakter terdiri atas 10 bit atau $10 \times 0,104 = 1,04$ mili detik, kecepatan transfer adalah $1/1,04$ mili detik atau 0,96 karakter/ mili detik.

3.3.2.1 Rangkaian Interface RS 485

Dalam alat ini untuk komunikasi serial menggunakan 3 buah MAX 485 yaitu 1 sebagai *master* dan 2 sebagai *slave*, rangkaian RS 485 mempunyai jarak pengiriman data yang lebih jauh jika dibandingkan dengan RS 232, jarak maksimal pengiriman data RS 485 adalah 1200 meter atau 1,2 km. Gambar rangkaian RS 485 *slave* dan rangkaian RS 485 *master* ditunjukkan pada gambar berikut :



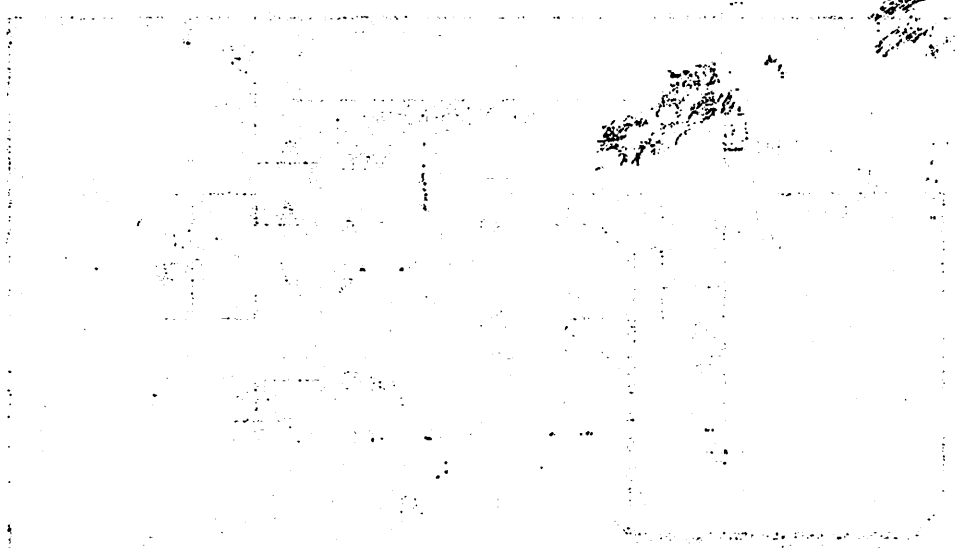
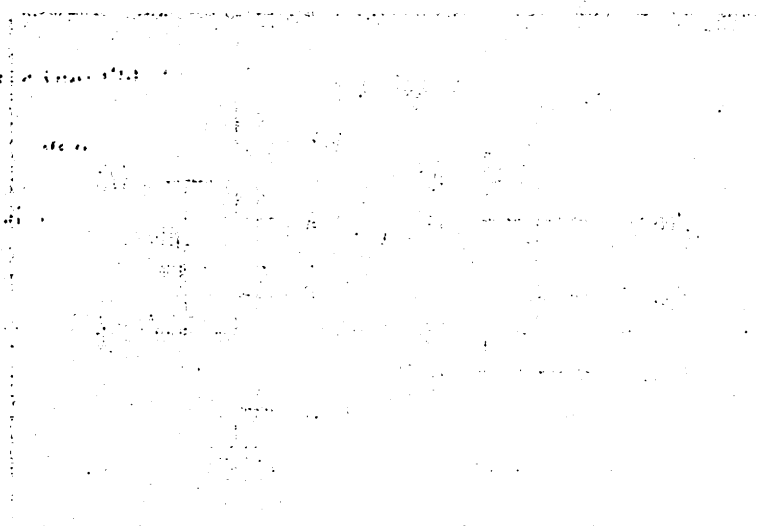
Gambar 3.7. Rangkaian RS 485 (Slave)



Gambar 3.8. Rangkaian RS 485 (*Master*)

3.3.2.2 Rangkaian Interface RS 232

Sebelum *diinputkan* ke komputer dibutuhkan rangkaian *converter* tegangan. Mikrokontroller mempunyai *output* logika *high* dihasilkan dari tegangan 5 *Volt* dan logika *low* sebesar 0 *Volt*, tegangan ini akan sering mengakibatkan terjadinya

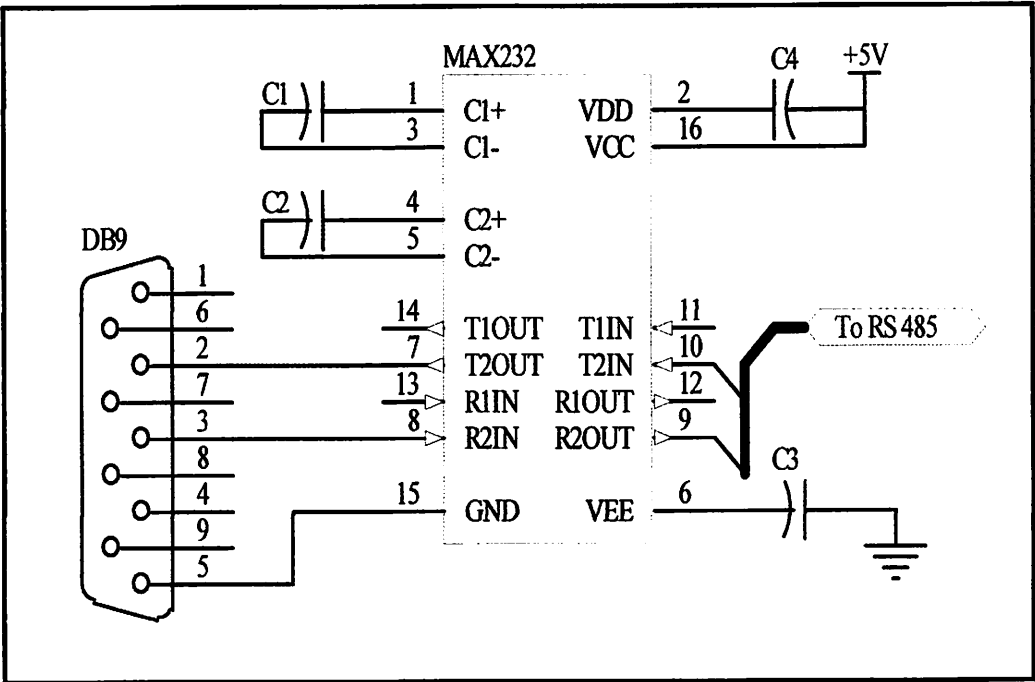


Discussion

1939

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100. 101. 102. 103. 104. 105. 106. 107. 108. 109. 110. 111. 112. 113. 114. 115. 116. 117. 118. 119. 120. 121. 122. 123. 124. 125. 126. 127. 128. 129. 130. 131. 132. 133. 134. 135. 136. 137. 138. 139. 140. 141. 142. 143. 144. 145. 146. 147. 148. 149. 150. 151. 152. 153. 154. 155. 156. 157. 158. 159. 160. 161. 162. 163. 164. 165. 166. 167. 168. 169. 170. 171. 172. 173. 174. 175. 176. 177. 178. 179. 180. 181. 182. 183. 184. 185. 186. 187. 188. 189. 190. 191. 192. 193. 194. 195. 196. 197. 198. 199. 200. 201. 202. 203. 204. 205. 206. 207. 208. 209. 210. 211. 212. 213. 214. 215. 216. 217. 218. 219. 220. 221. 222. 223. 224. 225. 226. 227. 228. 229. 230. 231. 232. 233. 234. 235. 236. 237. 238. 239. 240. 241. 242. 243. 244. 245. 246. 247. 248. 249. 250. 251. 252. 253. 254. 255. 256. 257. 258. 259. 260. 261. 262. 263. 264. 265. 266. 267. 268. 269. 270. 271. 272. 273. 274. 275. 276. 277. 278. 279. 280. 281. 282. 283. 284. 285. 286. 287. 288. 289. 290. 291. 292. 293. 294. 295. 296. 297. 298. 299. 300. 301. 302. 303. 304. 305. 306. 307. 308. 309. 310. 311. 312. 313. 314. 315. 316. 317. 318. 319. 320. 321. 322. 323. 324. 325. 326. 327. 328. 329. 330. 331. 332. 333. 334. 335. 336. 337. 338. 339. 340. 341. 342. 343. 344. 345. 346. 347. 348. 349. 350. 351. 352. 353. 354. 355. 356. 357. 358. 359. 360. 361. 362. 363. 364. 365. 366. 367. 368. 369. 370. 371. 372. 373. 374. 375. 376. 377. 378. 379. 380. 381. 382. 383. 384. 385. 386. 387. 388. 389. 390. 391. 392. 393. 394. 395. 396. 397. 398. 399. 400. 401. 402. 403. 404. 405. 406. 407. 408. 409. 410. 411. 412. 413. 414. 415. 416. 417. 418. 419. 420. 421. 422. 423. 424. 425. 426. 427. 428. 429. 430. 431. 432. 433. 434. 435. 436. 437. 438. 439. 440. 441. 442. 443. 444. 445. 446. 447. 448. 449. 450. 451. 452. 453. 454. 455. 456. 457. 458. 459. 460. 461. 462. 463. 464. 465. 466. 467. 468. 469. 470. 471. 472. 473. 474. 475. 476. 477. 478. 479. 480. 481. 482. 483. 484. 485. 486. 487. 488. 489. 490. 491. 492. 493. 494. 495. 496. 497. 498. 499. 500. 501. 502. 503. 504. 505. 506. 507. 508. 509. 510. 511. 512. 513. 514. 515. 516. 517. 518. 519. 520. 521. 522. 523. 524. 525. 526. 527. 528. 529. 530. 531. 532. 533. 534. 535. 536. 537. 538. 539. 540. 541. 542. 543. 544. 545. 546. 547. 548. 549. 550. 551. 552. 553. 554. 555. 556. 557. 558. 559. 560. 561. 562. 563. 564. 565. 566. 567. 568. 569. 570. 571. 572. 573. 574. 575. 576. 577. 578. 579. 580. 581. 582. 583. 584. 585. 586. 587. 588. 589. 590. 591. 592. 593. 594. 595. 596. 597. 598. 599. 600. 601. 602. 603. 604. 605. 606. 607. 608. 609. 610. 611. 612. 613. 614. 615. 616. 617. 618. 619. 620. 621. 622. 623. 624. 625. 626. 627. 628. 629. 630. 631. 632. 633. 634. 635. 636. 637. 638. 639. 640. 641. 642. 643. 644. 645. 646. 647. 648. 649. 650. 651. 652. 653. 654. 655. 656. 657. 658. 659. 660. 661. 662. 663. 664. 665. 666. 667. 668. 669. 670. 671. 672. 673. 674. 675. 676. 677. 678. 679. 680. 681. 682. 683. 684. 685. 686. 687. 688. 689. 690. 691. 692. 693. 694. 695. 696. 697. 698. 699. 700. 701. 702. 703. 704. 705. 706. 707. 708. 709. 710. 711. 712. 713. 714. 715. 716. 717. 718. 719. 720. 721. 722. 723. 724. 725. 726. 727. 728. 729. 730. 731. 732. 733. 734. 735. 736. 737. 738. 739. 740. 741. 742. 743. 744. 745. 746. 747. 748. 749. 750. 751. 752. 753. 754. 755. 756. 757. 758. 759. 760. 761. 762. 763. 764. 765. 766. 767. 768. 769. 770. 771. 772. 773. 774. 775. 776. 777. 778. 779. 780. 781. 782. 783. 784. 785. 786. 787. 788. 789. 790. 791. 792. 793. 794. 795. 796. 797. 798. 799. 800. 801. 802. 803. 804. 805. 806. 807. 808. 809. 810. 811. 812. 813. 814. 815. 816. 817. 818. 819. 820. 821. 822. 823. 824. 825. 826. 827. 828. 829. 830. 831. 832. 833. 834. 835. 836. 837. 838. 839. 840. 84

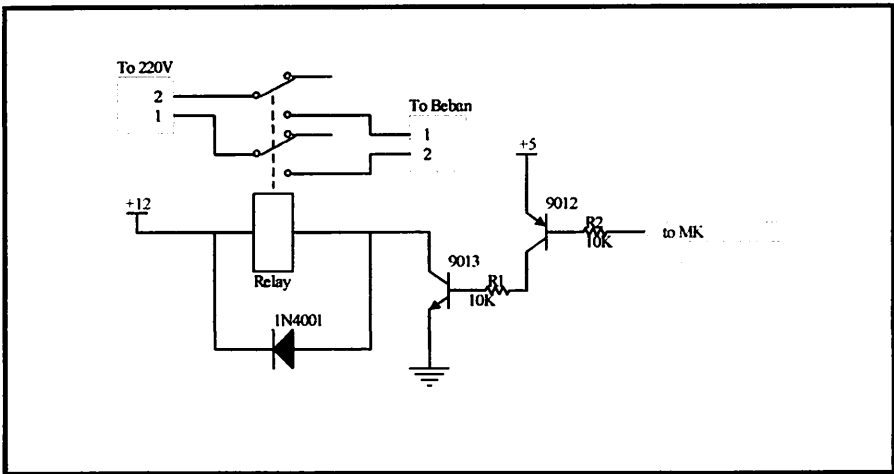
kesalahan didalam pengiriman dan penerimaan data dikarenakan rugi-rugi dari kabel. RS 232 berfungsi untuk memperlebar *range* tegangan karena berada dikisaran +10V dan -10V, dengan *range* yang lebar ini kesalahan karena rugi-rugi sistem komunikasi dari mikrokontroler ke komputer tidak mempengaruhi nilai data yang dikirim.



Gambar 3.9. Rangkaian RS 232

Kabel penghubung antara MAX 232 dengan komputer digunakan DB 9 (*female*). Pin 5 dari DB 9 dihubungkan dengan ground, pin 2 dihubungkan dengan pin 7 dari RS 232 dan pin 3 dihubungkan dengan pin 8. Pin 9 dan 10 dari MAX 232 dihubungkan ke MAX 485 master, supaya MAX 485 dapat berkomunikasi dengan komputer, baik mengirim data atau menerima data

3.3.3 Rangkaian Driver



Gambar 3.10 Rangkaian Driver

Rangkaian driver diatas bekerja dengan level tegangan “0”(aktif low). Apabila port pada mikrokontroller diberi logic “0” maka arus akan mengalir ke basis transistor npn, hal ini mengakibatkan transistor npn “on” dan menghubungkan tegangan 12V ke Ground dan mengakibatkan relay “bekerja”. Kontak pada relay akan menghubungkan tegangan 220V ke beban (lampu 1, 2, 3, televisi dan AC).

Pemasangan diode bertujuan untuk melindungi transistor agar tidak mudah rusak, karena isi dari sebuah relay adalah berupa kumparan maka pada saat relay bekerja akan ada arus yang mengalir, pada saat transistor cut-off tentunya relay masih menyimpan arus, agar arus sisa tersebut tidak menuju transistor maka dipasanglah diode, jadi arus akan mengalir kembali ke relay terus menerus sampai habis.

Analisa rangkaian driver :

Arus pada relay:

besarnya tahanan dalam (R) Relay 1 = 402 Ω , Vrelay = 10.88V, sehingga arus yang dibutuhkan relay : $I_{Relay_1} = \frac{10.88V}{402} = 27,06mA$

besarnya tahanan dalam (R) Relay 2 = 388 Ω , Vrelay = 10.88V, sehingga arus yang dibutuhkan relay : $I_{Relay_2} = \frac{10.88V}{388} = 28,04mA$

besarnya tahanan dalam (R) Relay 3 = 389 Ω , Vrelay = 10.88V, sehingga arus yang dibutuhkan relay : $I_{Relay_3} = \frac{10.88V}{389} = 27,96mA$

besarnya tahanan dalam (R) Relay 4 = 399 Ω , Vrelay = 10.88V, sehingga arus yang dibutuhkan relay : $I_{Relay_4} = \frac{10.88V}{399} = 27,27mA$

besarnya tahanan dalam (R) Relay 5 = 374 Ω , Vrelay = 10.88V, sehingga arus yang dibutuhkan relay : $I_{Relay_5} = \frac{10.88V}{374} = 29,09mA$

besarnya tahanan dalam (R) Relay 6 = 400 Ω , Vrelay = 10.88V, sehingga arus yang dibutuhkan relay : $I_{Relay_6} = \frac{10.88V}{400} = 27,2mA$

besarnya tahanan dalam (R) Relay 7 = 398 Ω , Vrelay = 10.88V, sehingga arus yang dibutuhkan relay : $I_{Relay_7} = \frac{10.88V}{398} = 27,34mA$

besarnya tahanan dalam (R) Relay 8 = 376 Ω , Vrelay = 10.88V, sehingga arus yang dibutuhkan relay : $I_{Relay_8} = \frac{10.88V}{376} = 28,93mA$

besarnya tahanan dalam (R) Relay 9 = 388 Ω , Vrelay = 10.88V, sehingga arus yang dibutuhkan relay : $I_{Relay_9} = \frac{10.88V}{388} = 28,04mA$

besarnya tahanan dalam (R) Relay 10 = 389 Ω , Vrelay = 10.88V, sehingga arus yang dibutuhkan relay : $I_{Relay_{10}} = \frac{10.88V}{389} = 27,96mA$

Tabel 3.1 Perhitungan Arus Pada Relay

| No | Relay | Tahanan Dalam
Relay (Ω) | V Relay
(Volt) | I Relay
(mA) |
|-----|-------|----------------------------|-------------------|-----------------|
| 1. | 1 | 402 | 10,88 | 27,06 |
| 2. | 2 | 388 | 10,88 | 28,04 |
| 3. | 3 | 389 | 10,88 | 27,96 |
| 4. | 4 | 399 | 10,88 | 27,27 |
| 5. | 5 | 374 | 10,88 | 29,06 |
| 6. | 6 | 400 | 10,88 | 27,20 |
| 7. | 7 | 398 | 10,88 | 27,34 |
| 8. | 8 | 376 | 10,88 | 28,93 |
| 9. | 9 | 388 | 10,88 | 28,04 |
| 10. | 10 | 389 | 10,88 | 27,96 |

Dari perhitungan diatas didapatkan alasan penggunaan transistor 9013, transistor 9013 memiliki I_C sebesar 50 mA, dan arus yang dibutuhkan relay dari perhitungan diatas diperoleh rata-rata adalah 27,89 mA. Jadi transistor 9013 sudah memenuhi kriteria arus yang dibutuhkan oleh relay.

Dari rangkaian diatas dapat kita diperoleh nilai R_b yang sesuai dengan persamaan sebagai berikut :

$$R_b = \frac{V_{cc} - V_{BE}}{I_B}$$

$$I_{B2} = \frac{I_{C2}}{h_{fe}}$$

Diketahui dari data sheet transistor 9012 besarnya $I_C = 50 \text{ mA}$, $h_{fe} = 120$, $V_{BE} = 0,7$ Volt, $V_{CE} = 0,6$ Volt sehingga :

$$I_{B2} = \frac{50 \text{ mA}}{120} = 0,416 \text{ mA}$$

Maka R_B adalah :

$$R_{B2} = \frac{5 - 0,7}{0,416 \text{ mA}}$$

$$= \frac{4,3}{0,416 \text{ mA}} = 10,33 \times 10^3 \Omega$$

Jadi dari hasil perhitungan diatas diperoleh nilai R_{B2} sebesar $10,33 \times 10^3 \Omega$ atau disederhanakan menjadi $10 \text{ K}\Omega$.

$$R_{B1} = \frac{V_{CC} - V_{CE2} - V_{BE1}}{I_{B1}}$$

$$I_{B1} = \frac{I_{C1}}{h_{fe}}$$

Diketahui dari data sheet transistor 9013 besarnya $I_C = 50 \text{ mA}$, $h_{fe} = 120$, $V_{BE} = 0,7$ Volt, sehingga :

$$I_{B1} = \frac{50 \text{ mA}}{120} = 0,416 \text{ mA}$$

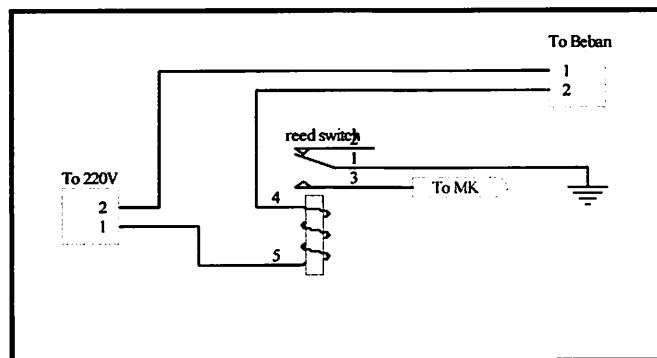
Maka R_B adalah :

$$R_{B1} = \frac{5 - 0,6 - 0,7}{0,416 \text{ mA}}$$

$$= \frac{3.7}{0,416mA} = 8,894 \times 10^3 \Omega$$

Jadi dari hasil perhitungan diatas diperoleh nilai R_{BI} sebesar $8,894 \times 10^3 \Omega$ atau disederhanakan menjadi $10 K\Omega$.

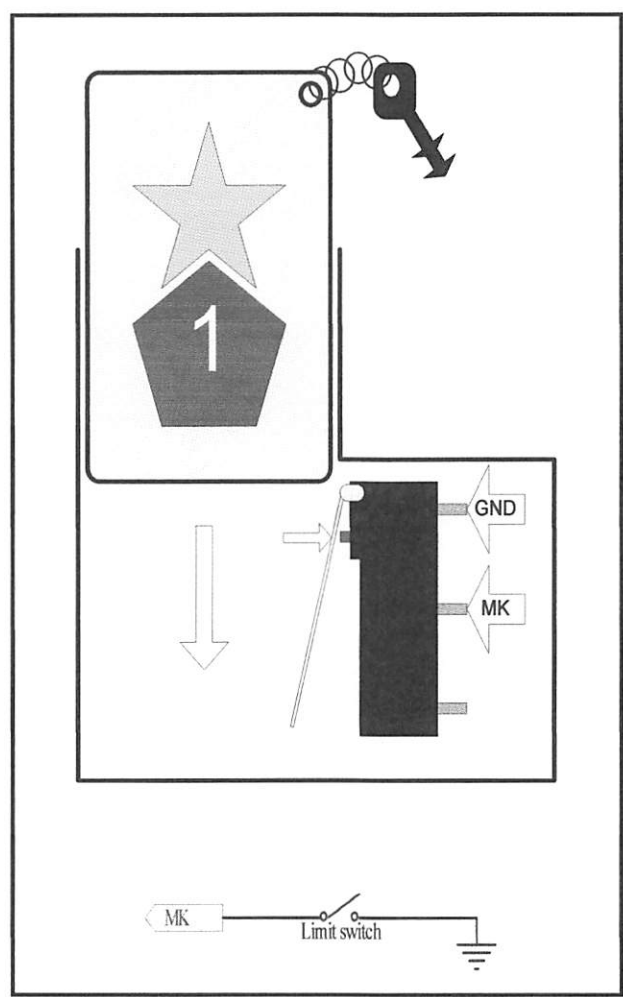
3.3.4 Rangkaian Detektor Arus Beban



Gambar 3.11 Rangkaian Detektor Arus Beban

Rangkaian diatas sebenarnya adalah rangkaian modifikasi. Disebut demikian dikarenakan unit utama pembentuk detektor adalah relay 12V yang dibuang intinya (besi) dan digantikan dengan *reed switch*. Prinsip kerjanya adalah apabila ada arus listrik kebeban (beban bekerja), maka disekitar induktor relay akan terjadi medan magnet, hal ini akan mengakibatkan kontak dari *reed switch* saling berhubungan. Kontak dari *reed swicth* menghubungkan port pada mikrokontroller ke *ground*. Hal sebaliknya terjadi jika tidak ada arus kebeban (beban tidak bekerja) maka kontak dari *reed switch* akan terbuka dan menyebabkan port mikrokontroller mengambang.

3.3.5 Detektor Kunci



Gambar 3.12 Detektor Kunci

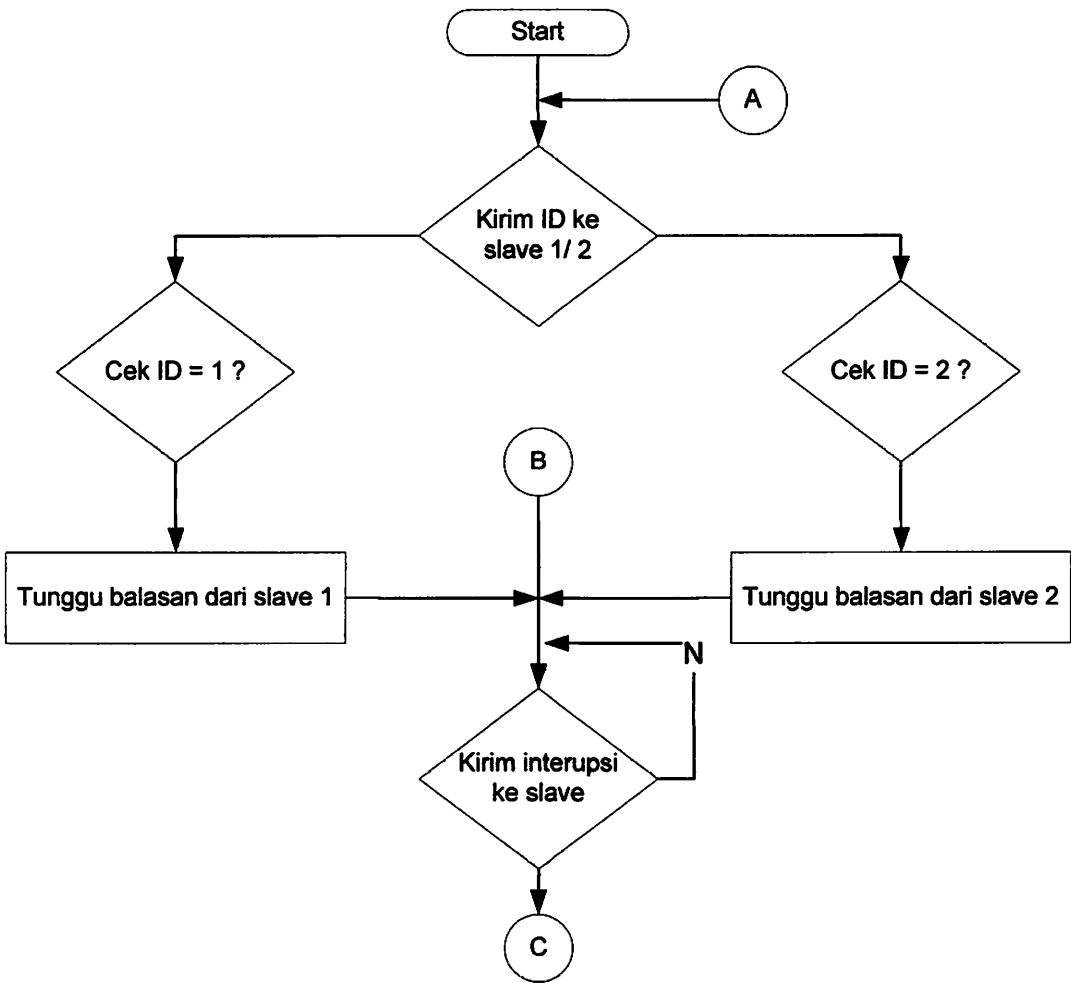
Detektor ini memanfaatkan gantungan kunci yang ada pada tiap-tiap kunci dari masing-masing kamar. Ketika seorang pengunjung datang, setelah membuka pintu kamar, pengunjung diharuskan untuk menaruh kunci ditempat yang telah disediakan, saat pengunjung menaruh kunci maka *limit switch* akan tertekan sehingga *switch* akan bekerja dan port pada mikrokontroller akan terhubung ke *ground*.

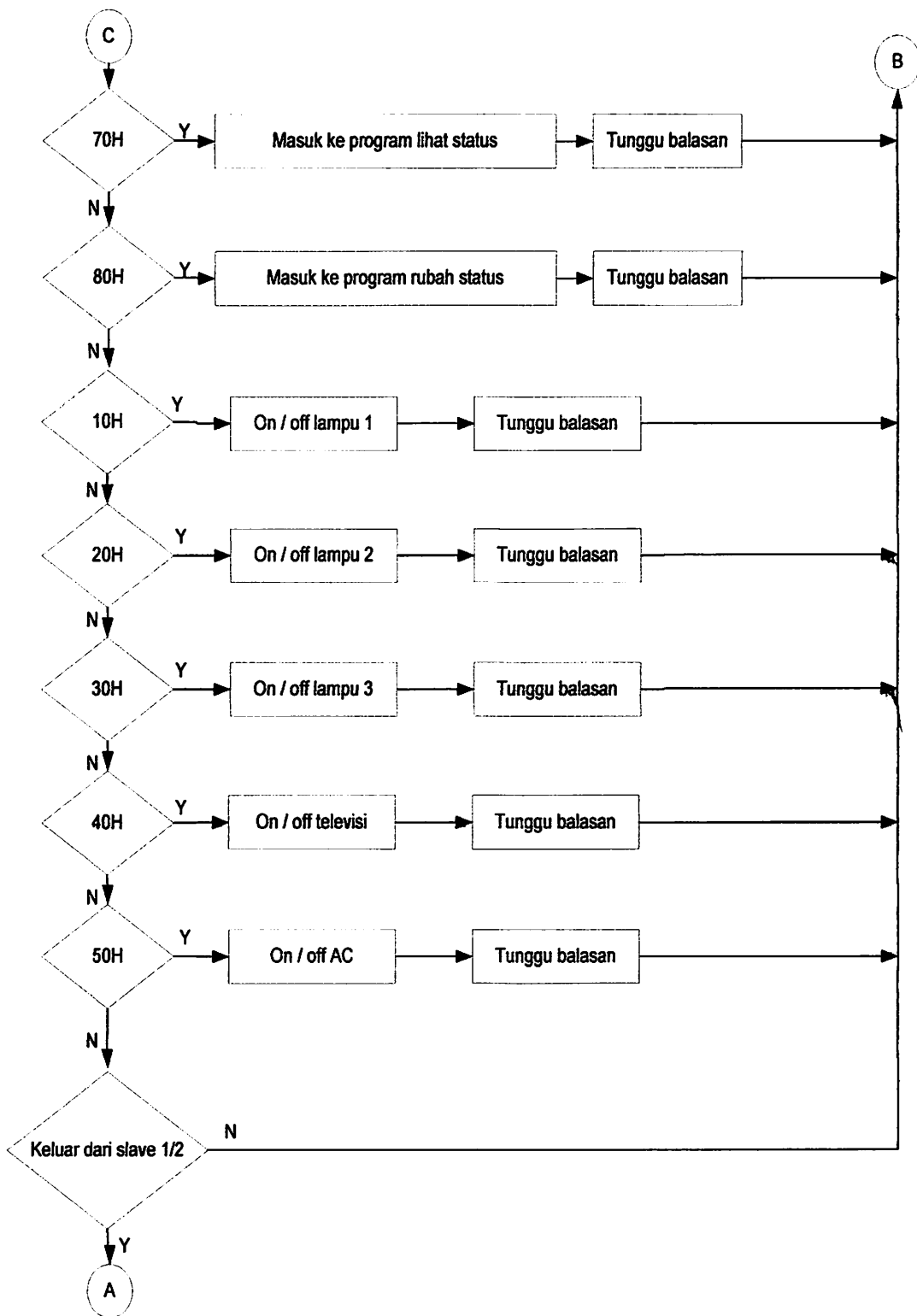
3.4. Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Untuk mendukung *hardware* yang sudah dibuat, maka dibutuhkan perangkat lunak (*software*) supaya perangkat keras tersebut bisa berjalan sesuai dengan tujuan. Mikrokontroler dapat mengendalikan seluruh sistem apabila ada urutan instruksi yang mendefinisikan secara jelas urutan kerja yang harus dilaksanakan. Dalam perancangan alat ini perangkat lunak yang digunakan adalah bahasa pemrograman *assembler*.

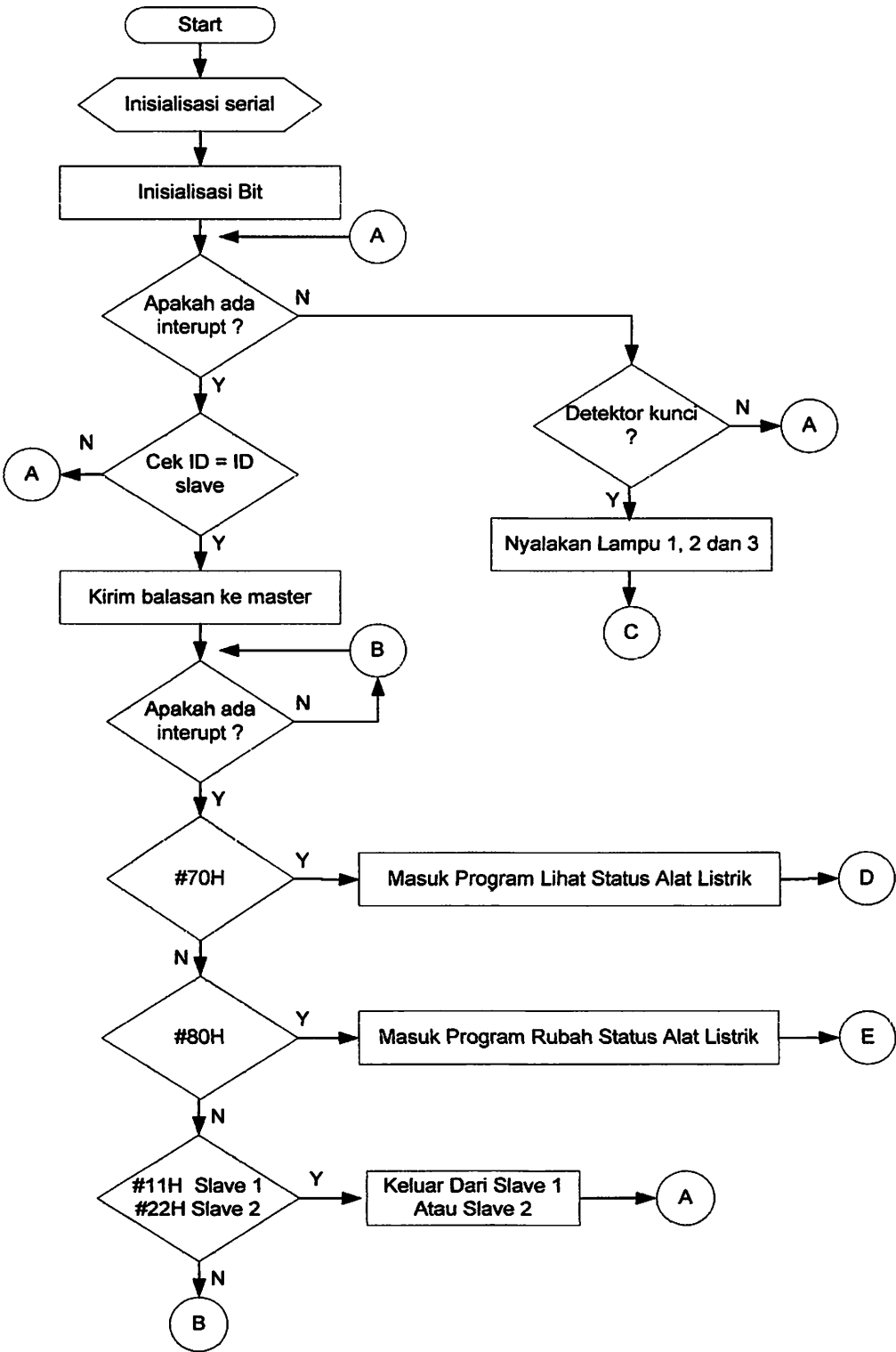
Sebelum membuat perangkat lunak, terlebih dahulu dibuat diagram alir (*flowchart*) dari proses yang akan dibuat supaya memudahkan dalam pembuatan perangkat lunak (*software*).

3.4.1. Diagram Alir Pada Master (PC)





3.4.2 Diagram Alir Pada *Slave* (Mikrokontroller)



1947

1947

1947

1947

1947

1947

1947

1947

1947

1947

1947

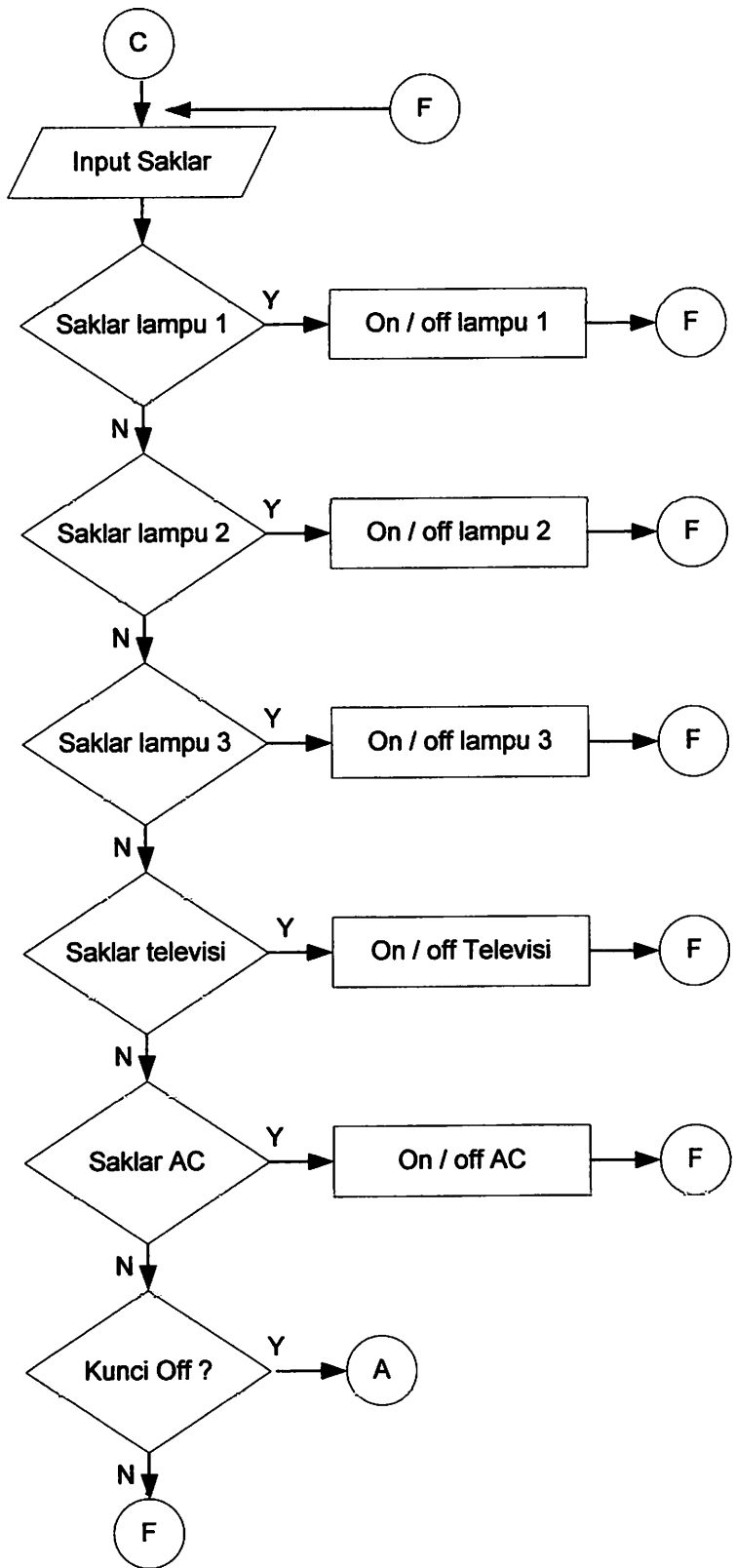
1947

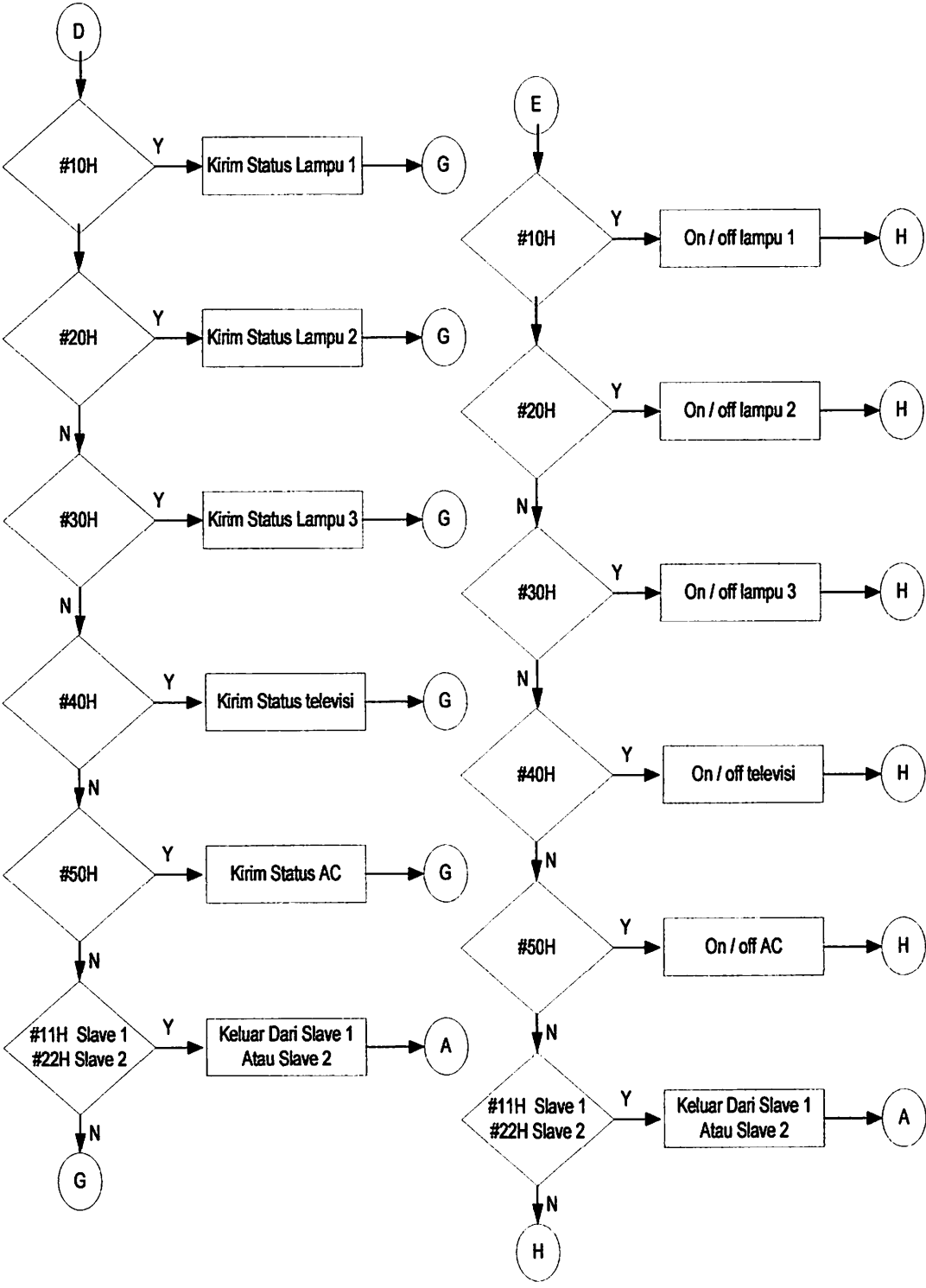
1947

1947

1947

1947







BAB IV

PENGUJIAN ALAT

Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui kinerja dari rangkaian yang sudah selesai dibuat. Pengujian alat ini menggunakan dua cara yaitu pengujian alat setiap blok dan pengujian alat secara keseluruhan dari sistem yang direncanakan. Pengujian alat setiap blok dimaksudkan untuk mempermudah dalam mencari kesalahan (*trouble shooting*) apabila rangkaian yang dibuat tidak sesuai dengan yang direncanakan. Setelah pengujian alat setiap blok selesai dan tidak ada kesalahan maka dilanjutkan dengan pengujian alat dari keseluruhan sistem yang telah direncanakan.

4.1 Pengujian Alat Setiap Blok

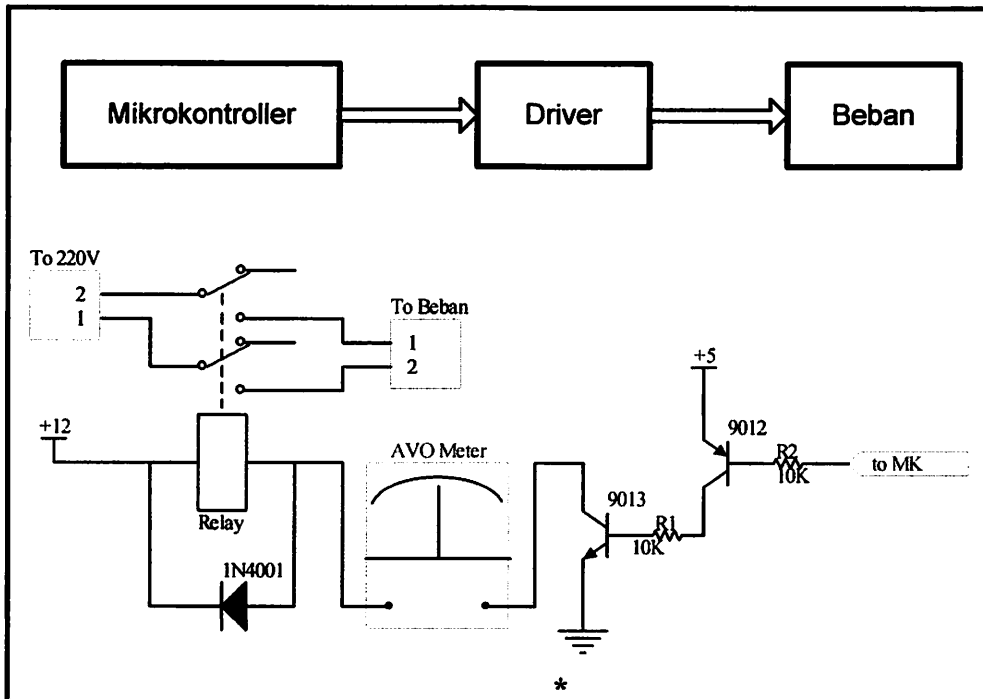
4.1.1 Pengujian Rangkaian Driver Untuk Beban:

a. Tujuan

1. Mengetahui bekerja tidaknya rangkaian sesuai dengan hasil yang ingin dicapai.
2. Mengetahui arus yang mengalir pada relay

b. Langkah pengujian

1. Membuat rangkaian seperti pada gambar 4.1
2. Membuat listing program test_driver_beban
3. Menghubungkan input masing-masing driver dengan mikrokontroller dan output pada masing-masing beban, serta amati I relay kemudian catat pada tabel 4.2.



Gambar 4.1. Pengujian Driver Beban

Listing program test_driver:

```

ORG 00H
L1    Bit P0.0      ; Driver lampu 1
L2    Bit P0.1      ; Driver lampu 2
L3    Bit P0.2      ; Driver lampu 3
TV    Bit P0.3      ; Driver televisi
ACE   Bit P0.4      ; Driver AC
SL1   Bit P2.0      ; Push button untuk lampu 1
SL2   Bit P2.1      ; Push button untuk lampu 2
SL3   Bit P2.2      ; Push button untuk lampu 3
STV   Bit P2.3      ; Push button untuk televisi
SACE  Bit P2.4      ; Push button untuk AC
Main: Jb    SL1,Man1 ;Lompat ke Man1 jika SL1=1
      Jnb    SL1,$   ;Tunggu saklar selesai ditekan
      Cpl    L1      ;Complemenkan L1
Man1: Jb    SL2,Man2 ;Lompat ke Man2 jika SL2=1
      Jnb    SL2,$   ;Tunggu saklar selesai ditekan
      Cpl    L2      ;Complemenkan L2
Man2: Jb    SL3, Man3 ;Lompat ke Man3 jika SL3=1
      Jnb    SL3,$   ;Tunggu saklar selesai ditekan
      Cpl    L3      ;Complemenkan L3
Man3: Jb    STV, Man4 ;Lompat ke Man4 jika STV=1
      Jnb    STV,$   ;Tunggu saklar selesai ditekan
      Cpl    TV      ;Complemenkan TV
Man4: Jb    SACE, Man5 ;Lompat ke Man5 jika SACE=1

```



```

Jnb  SACE,$      ;Tunggu saklar selesai ditekan
Cpl  ACE         ;Complemenkan ACE
Man5: Sjmp Main   ;Lompat ke Main
End

```

c. Hasil Pengujian.

Berdasarkan hasil pengujian, pada saat push button 1 (saklar 1) yang berada pada port 2.0 ditekan maka output pada port 0.0 berlogika 0 dan lampu 1 menyala, ketika saklar 1 ditekan lagi lampu 1 mati, begitu juga bila saklar 2, 3, 4, 5 ditekan maka akan menghasilkan keadaan yang sama dengan kondisi saklar 1. Dari hasil percobaan diatas rangkaian driver dapat bekerja baik sesuai dengan yang direncanakan.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Driver

| NO | INPUT | | OUTPUT | |
|----|--------|------|--------|-------|
| | Saklar | Port | Port | Lampu |
| 1. | 1 | 2.0 | 0.0 | On |
| 2. | 2 | 2.1 | 0.1 | On |
| 3. | 3 | 2.2 | 0.2 | On |
| 4. | 4 | 2.3 | 0.3 | On |
| 5. | 5 | 2.4 | 0.4 | On |

Berikut adalah perbandingan perhitungan dan pengukuran arus pada Relay (I relay). Kesalahan rata – rata dari arus relay dapat dicari dengan menggunakan rumus :

$$| \text{Kesalahan (error)} | = \frac{\text{Perhitungan - Pengukuran}}{\text{Perhitungan}} \times 100\%$$

$$| \text{Kesalahan (error) rata - rata} | = \frac{\sum \% \text{ Error}}{\sum \text{ Pengukuran}}$$

Tabel 4.2 Perbandingan Perhitungan dan Pengukuran I Relay

| NO | Arus Relay (mA) | | ΔI
(mA) | Error
(%) |
|---------------------------------|-----------------|------------|--------------------|--------------|
| | Perhitungan | Pengukuran | | |
| 1 | 27,06 | 26,5 | 0,56 | 2,06 |
| 2 | 28,04 | 27,4 | 0,64 | 2,28 |
| 3 | 27,96 | 27,4 | 0,56 | 2,01 |
| 4 | 27,27 | 26,4 | 0,87 | 3,19 |
| 5 | 29,06 | 28,2 | 0,86 | 2,95 |
| 6 | 27,20 | 26,8 | 0,40 | 1,47 |
| 7 | 28,34 | 27,4 | 0,94 | 3,31 |
| 8 | 28,93 | 28,2 | 0,73 | 2,52 |
| 9 | 28,04 | 27,4 | 0,64 | 2,28 |
| 10 | 27,96 | 27,4 | 0,56 | 2,01 |
| Jumlah : | | | 6,76 | 24,08 |
| Kesalahan (error) rata – rata : | | | 2,408 % | |

Kesalahan (error) rata – rata dari I relay driver untuk beban adalah 2,408% (10 pengukuran relay).

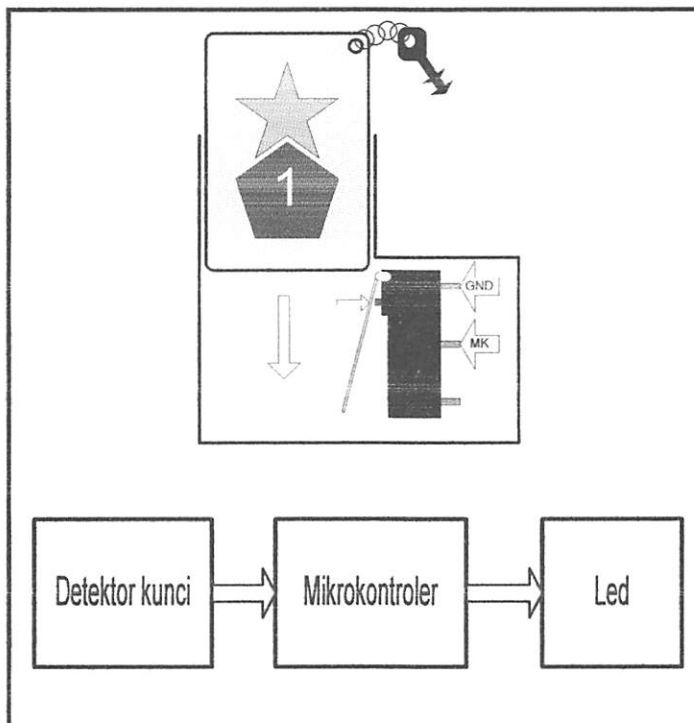
4.1.2 Pengujian Rangkaian Detektor Kunci:

a. Tujuan

1. Mengetahui bekerja tidaknya rangkaian sesuai dengan hasil yang ingin dicapai

b. Langkah pengujian

1. Membuat listing program test_detektor kunci
2. Menghubungkan outputan dari detektor kunci dengan inputan mikrokontroler
3. Memasukkan kunci kedalam tempat yang telah dibuat



Gambar 4.2. Pengujian Detektor Kunci

Listing program test detektor kunci:

```
ORG 00H
    SKN Bit P2.0 ; Detektor kunci
```

```

        LED Bit P2.7 ; Led untuk pengujian
Main: Call Kunci_masuk ;Panggil subrutin Kunci_masuk
      Sjmp Main ;Lompat ke label main
Masuk: Call Kunci_keluar ;Panggil subrutin Kunci_keluar
      Sjmp Masuk ;Lompat ke label masuk
Kunci_masuk: Jnb SKN,Ublem ;Lompat ke Ublem jika SKN=0
              Ret ;Kembali ke program utama
Ublem: Clr LED ;Nyalakan Led
      Sjmp Masuk ;Lompat ke label masuk
Kunci_Keluar: Jb SKN,Utem ;Lompat ke Utem jika SKN=1
              Ret ;Kembali ke program utama
Utem: Setb LED ;Matikan led
      Sjmp Main ;Lompat ke label main
End

```

c. Hasil Pengujian.

Berdasarkan hasil pengujian, pada saat gantungan kunci dimasukkan, maka port 2.0 terhubung dengan *ground* karena itu led pada port 2.7 yang semula berlogika 1 (mati) diberi logika 0 sehingga menyala, setelah gantungan kunci dikeluarkan led mati. Dari hasil percobaan diatas maka detektor kunci dapat bekerja baik sesuai dengan yang direncanakan.

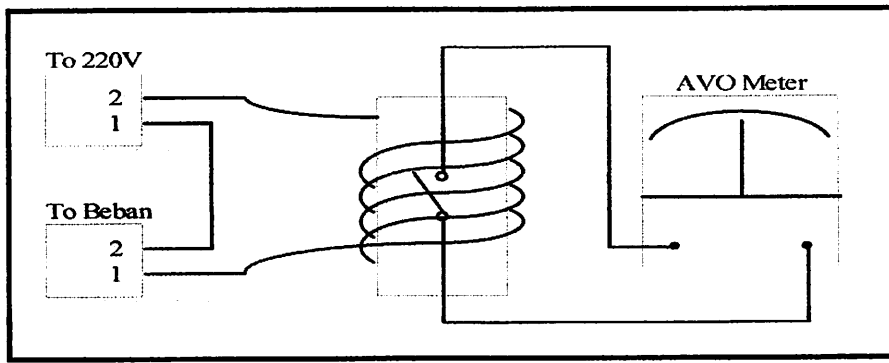
4.1.3 Pengujian Detektor Arus Sebagai *Feedback Respon* Beban

a. Tujuan

1. Mengetahui bekerja tidaknya detektor arus sesuai dengan hasil yang ingin dicapai.

b. Langkah pengujian

1. Hubungkan rangkaian detektor arus sesuai gambar 4.3
2. Atur mode pengukuran multimeter pada mode pengukuran hambatan (Ohm).
3. Amati gerak jarum multimeter saat diberi suplay tegangan 220 V.
4. Amati gerak jarum multimeter saat suplay tegangan 220 V di lepas.



Gambar 4.3. Pengujian Detektor Arus

c. Hasil Pengujian.

Berdasarkan hasil pengujian, apabila ada aliran arus beban maka jarum pada multimeter bergerak. Jika tidak ada arus yang mengalir ke beban maka jarum tidak bergerak. Dari hasil percobaan diatas maka detektor arus dapat bekerja baik sesuai dengan yang direncanakan

4.1.4 Pengujian Rangkaian Komunikasi Serial

4.1.4.1 Pengujian Antara Komputer, Sebuah Mikrokontroler, RS-232, RS-485 (*master*), RS 485 (sebuah *slave*)

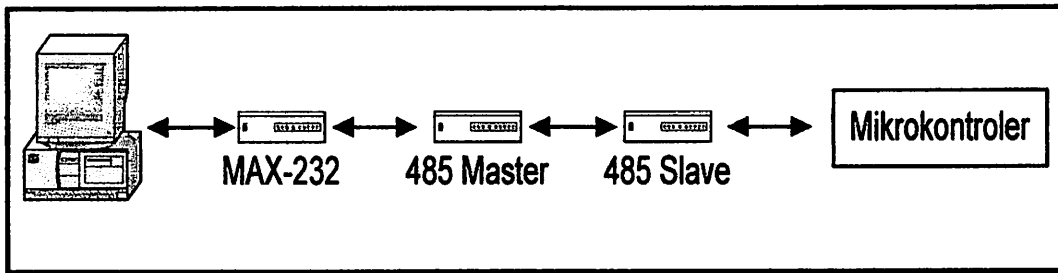
a. Tujuan

1. Untuk mengetahui apakah data yang dikirim dari mikrokontroller ke PC dapat diterima dengan benar, demikian pula dengan PC apakah dapat mengirimkan data kepada mikrokontroller dengan benar.

b. Peralatan yang digunakan

1. PC (*Personal Computer*).
2. Rangkaian Mikrokontroler, RS-485 (*Slave*).
3. Rangkaian RS-232 dan RS-485 (*master*).

4. Kabel serial



Gambar 4.4. Diagram Blok Pengujian Komunikasi Serial PC Dengan Sebuah Mikrokontroler

c. Langkah pengujian

1. Membuat listing program
2. Hubungkan semua komponen sesuai rangkaian
3. Aktifkan program komunikasi serial pada komputer

Listing program test komunikasi serial dengan sebuah *slave* :

```

ORG 0000H          ; Reset Vektor
SJMP INSR          ; Lompat ke label inser
ORG 0023H          ; Alamat interrupt serial
CLR ES             ; Matikan interrupt serial
JNB RI,$           ; Tunggu sampai selesai menerima
MOV R0,SBUF        ; Masukkan isi data serial ke R0
CLR RI             ; Clear Recive interrupt flag
SETB ES           ; Enable serial interrupt
RETI              ; Kembali ke program utama

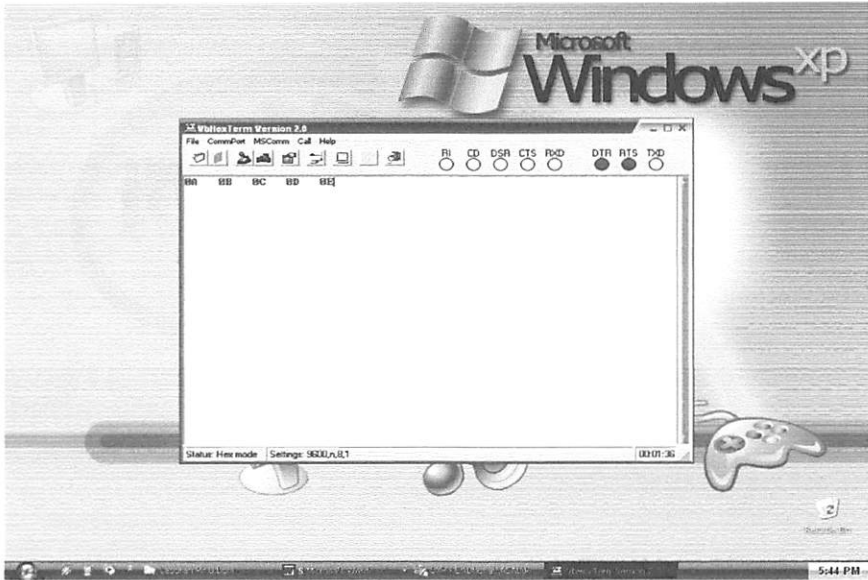
L1 bit P0.0        ;Led 1
L2 bit P0.1        ;Led 2
L3 bit P0.2        ;Led 3
L4 bit P0.3        ;Led 4
L5 bit P0.4        ;Led 5
Sk1 bit P2.0       ;Push button 1
Sk2 bit P2.1       ;Push button 2
Sk3 bit P2.2       ;Push button 3
Sk4 bit P2.3       ;Push button 4
Sk5 bit P2.4       ;Push button 5
TEN bit P3.2       ;Kontrol max 485

INSR: SETB EA      ; Enable serial interrupt
      MOV TMOD,#20H ; Mode timer 1 8 bit auto reload
      MOV TH1,#0FDH ; isi timer 1 dengan FDH (baud rate 9600)
      SETB TR1     ; Start timer 1
      MOV SCON,#50H ; Mode 1
      SETB Es      ; Enable Serial interrupt
  
```

| | | |
|--------|----------------|---|
| | CLR TEN | ; 485 siap menerima data |
| Main: | CJNE R0,#01,M1 | ;Bandingkan isi R0=01 jika tidak ke M1 |
| | CALL DELAY | ;Panggil subrutin delay |
| | CPL L1 | ;Complemenkan L1 |
| | MOV R0,#0 | ;Reset isi R0 |
| M1: | CJNE R0,#02,M2 | ;Bandingkan isi R0=02 jika tidak ke M2 |
| | CALL DELAY | ;Panggil subrutin delay |
| | CPL L2 | ;Complemenkan L2 |
| | MOV R0,#0 | ;Reset isi R0 |
| M2: | CJNE R0,#03,M3 | ;Bandingkan isi R0=03 jika tidak ke M3 |
| | CALL DELAY | ;Panggil subrutin delay |
| | CPL L3 | ;Complemenkan L3 |
| | MOV R0,#0 | ;Reset isi R0 |
| M3: | CJNE R0,#04,M4 | ;Bandingkan isi R0=04 jika tidak ke M4 |
| | CALL DELAY | ;Panggil subrutin delay |
| | CPL L4 | ;Complemenkan L4 |
| | MOV R0,#0 | ;Reset isi R0 |
| M4: | CJNE R0,#05,M5 | ;Bandingkan isi R0=05 jika tidak ke M5 |
| | CALL DELAY | ;Panggil subrutin delay |
| | CPL L5 | ;Complemenkan L5 |
| | MOV R0,#0 | ;Reset isi R0 |
| M5: | JNB Sk1,Z1 | ;Lompat ke Z1 jika Sk1=0 |
| | JNB Sk2,Z2 | ;Lompat ke Z2 jika Sk2=0 |
| | JNB Sk3,Z3 | ;Lompat ke Z3 jika Sk3=0 |
| | JNB Sk4,Z4 | ;Lompat ke Z4 jika Sk4=0 |
| | JNB Sk5,Z5 | ;Lompat ke Z5 jika Sk5=0 |
| | JMP Main | ;Lompat ke label Main |
| Z1: | Mov A,#0Ah | ;Isi A dengan 0AH |
| | acall KIRIM | ;Panggil subrutin kirim |
| | JMP M5 | ;Lompat ke M5 |
| Z2: | Mov A,#0Bh | ;Isi A dengan 0BH |
| | acall KIRIM | ;Panggil subrutin kirim |
| | JMP M5 | ;Lompat ke M5 |
| Z3: | Mov A,#0Ch | ;Isi A dengan 0CH |
| | acall KIRIM | ;Panggil subrutin kirim |
| | JMP M5 | ;Lompat ke M5 |
| Z4: | Mov A,#0Dh | ;Isi A dengan 0DH |
| | acall KIRIM | ;Panggil subrutin kirim |
| | JMP M5 | ;Lompat ke M5 |
| Z5: | Mov A,#0Eh | ;Isi A dengan 0EH |
| | acall KIRIM | ;Panggil subrutin kirim |
| | JMP M5 | ;Lompat ke M5 |
| Kirim: | setb TEN | ; 485 siap mengirim data |
| | acall delay | ;Panggil subrutin delay |
| | clr ES | ;Matikan serial interupt saat mengirim |
| | MOV SBUF,A | ;isi serial buffer dengan data yang dikirim |
| | JNB TI,\$ | ;Tunggu pengiriman selesai |
| | CLR TI | ;Clear transmit interupt flag |
| | SETB ES | ;Hidupkan kembali serial interupt |
| | acall delay | ;Panggil subrutin delay |
| | clr TEN | ;485 siap menerima data |
| | RET | |

```
DELAY:
    MOV    R6,#255      ;Isi R6 dengan 255
LOOP:
    MOV    R7,#100      ;Isi R7 dengan 100
    DJNZ   R7,$          ;Kurangi isi R7 sampai 0
    DJNZ   R6,LOOP       ;Kurangi isi R6 sampai 0 jika belum 0 ke LOOP
    RET                ;Kembali ke program utama
END
```

d. Hasil pengujian :



Gambar 4.5. Hasil Pengujian Komunikasi Serial Antara Komputer Dengan Sebuah Mikrokontroller

Tabel 4.3. Pengujian Komunikasi Serial Dari Komputer Ke Mikrokontroller

| Input
(perintah dari komputer) | Output Mikrokontroler |
|-----------------------------------|-----------------------|
| 01 | Led 1 menyala |
| 02 | Led 2 menyala |
| 03 | Led 3 menyala |
| 04 | Led 4 menyala |
| 05 | Led 5 menyala |

Berdasarkan hasil pengujian, pada saat perintah &01 diketik kemudian ditekan “ENTER” dapat dilihat bahwa led 1 menyala, ketika &01 kita kirim ke mikrokontroler lagi dapat dilihat bahwa led 1 mati, begitu juga saat &02, &03 &04, &05 dikirim akan menghasilkan kondisi yang sama dengan kondisi lampu 1. Dari hasil percobaan diatas maka pengiriman data dari PC ke mikrokontroler bekerja baik sesuai dengan yang direncanakan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.3 diatas.

Tabel 4.4. Pengujian Komunikasi Serial Dari Mikrokontroller Ke Komputer

| Input (penekanan push button dari mikrokontroler) | Output tampilan pada PC |
|--|-------------------------|
| Push button 1 | 0A |
| Push button 2 | 0B |
| Push button 3 | 0C |
| Push button 4 | 0D |
| Push button 5 | 0E |

Dari hasil pengujian komunikasi serial mikrokontroler ke PC, didapatkan hasil sebagai berikut. Pada saat push button 1 ditekan pada serial tester muncul ‘0A’, begitu juga saat push button 2, 3, 4 dan 5 ditekan muncul ‘0B’, ‘0C’, ‘0D’, dan ‘0E’. Dari hasil percobaan diatas maka dapat disimpulkan bahwa hasil pengiriman data dari mikrokontroler ke PC bekerja baik sesuai dengan yang direncanakan.. Hal ini dapat dilihat

pada layar monitor. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.4 diatas.

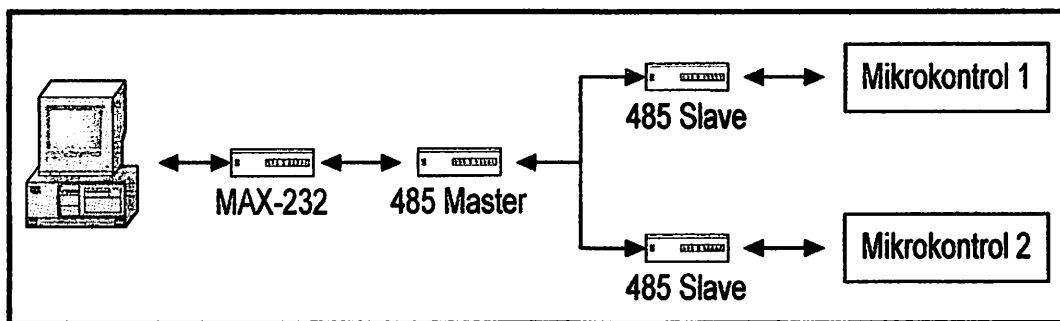
4.1.4.2 Pengujian Antara Komputer, Dua Buah Mikrokontroler, RS-232, RS-485 (*master*), RS 485 (2 buah *slave*)

a. Tujuan

1. Untuk mengetahui bagaimana cara membedakan mikrokontroler 1 dengan mikrokontroler 2

b. Peralatan yang digunakan

1. PC (*Personal Computer*).
2. Dua buah rangkaian Mikrokontroler dan RS-485 (*Slave*).
3. Rangkaian RS-232 dan RS-485 (*master*).
4. Kabel serial



Gambar 4.6. Diagram Blok Komunikasi Serial PC Dengan 2 Buah Mikrokontroler

c. Langkah pengujian

1. Membuat listing program
2. Hubungkan semua komponen sesuai rangkaian
3. Aktifkan program komunikasi serial pada komputer

Listing program test komunikasi serial dengan 2 buah *slave* :

```

ORG 0000H          ; Reset Vektor
SJMP INSR          : Lompat ke label inser
ORG 0023H          ; Alamat interrupt serial
CLR ES             ; Matikan interrupt serial
JNB RI,$           ; Tunggu sampai selesai menerima
MOV R0,SBUF        ; Masukkan isi data serial ke R0
CLR RI             ; Clear Recive interrupt flag
SETB ES            ; Enable serial interrupt
RETI               ; Kembali ke program utama
INSR: SETB EA       ; Enable serial interrupt
      MOV TMOD,#20H ; Mode timer 1 8 bit auto reload
      MOV TH1,#0FDH ; isi timer 1 dengan FDH (baud rate 9600)
      SETB TR1      ; Start timer 1
      MOV SCON,#50H ; Mode 1
      SETB Es       ; Enable Serial interrupt
      CLR TEN        ; 485 siap menerima data
;
AWAL:
      ACALL         UBLEM
      SJMP AWAL
AKHIR:
      ACALL         UTEM
      SJMP AKHIR
;
UBLEM: CJNE R0,#01,BLEM; Untuk slave 2 ganti 01 dengan 02
      MOV R0,#00H
      MOV P0,#00h
      MOV A,#01; Untuk slave 2 ganti 01 dengan 02
      ACALL         KIRIM
      SJMP AKHIR
BLEM: RET
;
UTEM:
      CJNE R0,#11H,MBALEK; Untuk slave 2 ganti 11 dengan 22
      MOV R0,#00H
      MOV P0,#0FFH
      MOV A,#11H; Untuk slave 2 ganti 01 dengan 02
      ACALL         KIRIM
      SJMP AWAL
MBALEK: RET
;
Kirim:
      setb TEN      ; 485 siap mengirim data
      acall delay    ; Panggil subrutin delay
      clr ES        ; Matikan serial interrupt saat mengirim
      MOV SBUF,A     ; isi serial buffer dengan data yang dikirim
      JNB TI,$       ; Tunggu pengiriman selesai
      CLR TI         ; Clear transmit interrupt flag
      SETB ES        ; Hidupkan kembali serial interrupt
      acall delay     ; Panggil subrutin delay

```

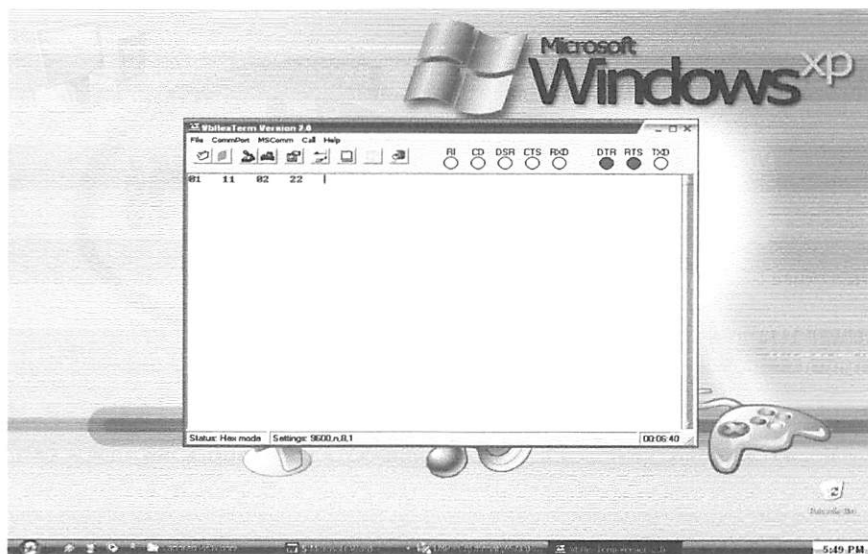
```

        clr    TEN          ;485 siap menerima data
        RET
    ;
DELAY:
        MOV    R6,#255      ;Isi R6 dengan 255
LOOP:
        MOV    R7,#100      ;Isi R7 dengan 100
        DJNZ   R7,$          ;Kurangi isi R7 sampai 0
        DJNZ   R6,LOOP       ;Kurangi isi R6 sampai 0 jika belum 0 ke LOOP
        RET                ;Kembali ke program utama
END

```

e. Hasil pengujian :

Berdasarkan hasil pengujian, pada saat perintah &01 diketik kemudian ditekan “ENTER” dapat dilihat bahwa led yang diletakkan pada port 0 pada mikrokontroler 1 menyala, ketika &11 dikirim didapatkan hasil nyala led pada mikrokontoler 1 mati. Pada saat &02 dikirim led pada mikrokontroler 2 menyala (&22 led mati). Dari hasil percobaan diatas dapat diketahui bagaimana cara membedakan *slave* 1 dan *slave* 2. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.5.



Gambar 4.7. Hasil Pengujian Komunikasi Serial Antara Komputer Dengan 2 Buah Mikrokontroller

**Tabel 4.5 Pengujian Komunikasi Serial Dari Komputer Ke 2 Buah
Mikrokontroller**

| Input (perintah dari Komputer) | Output berupa nyala led pada mikrokontroler 1 | Output berupa nyala led pada mikrokontroler 2 |
|--------------------------------|---|---|
| 01 | ON | - |
| 11 | OFF | - |
| 02 | - | ON |
| 22 | - | OFF |

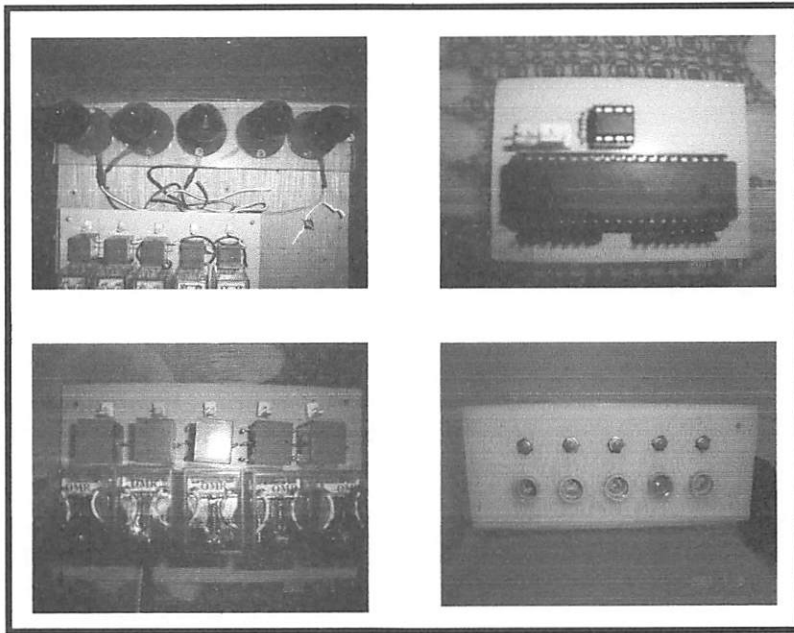
4.2. Pengujian Sistem Keseluruhan

a. Tujuan

1. Untuk mengetahui hasil akhir dari sistem yang telah dibuat.

b. Peralatan Yang Digunakan

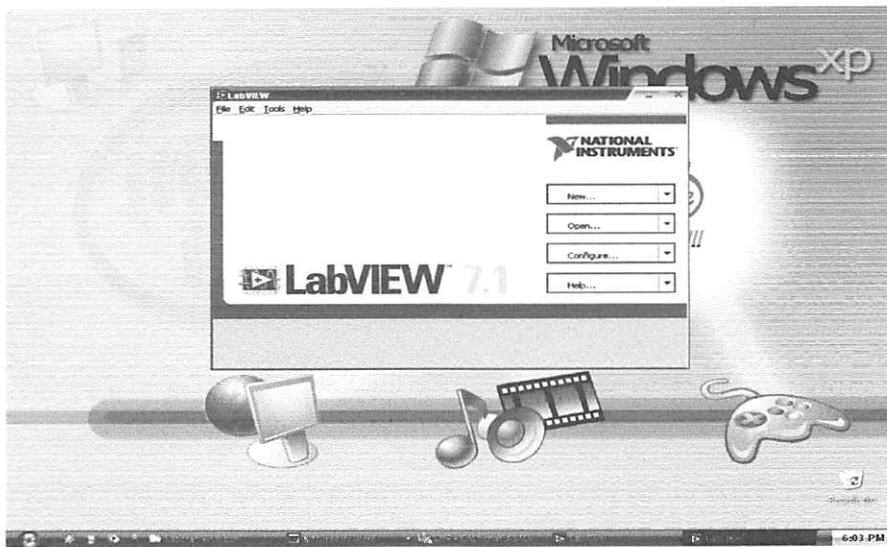
1. PC (*Personal Computer*).
2. Kabel serial
3. Rangkaian serial (RS-485 + RS 232)
4. 2 buah rangkaian mikrokontroler + RS 485
5. Rangkaian driver + detektor arus
6. 10 buah lampu 5 watt sebagai simulasi dari beban



Gambar 4.8. Pengujian Keseluruhan Sistem

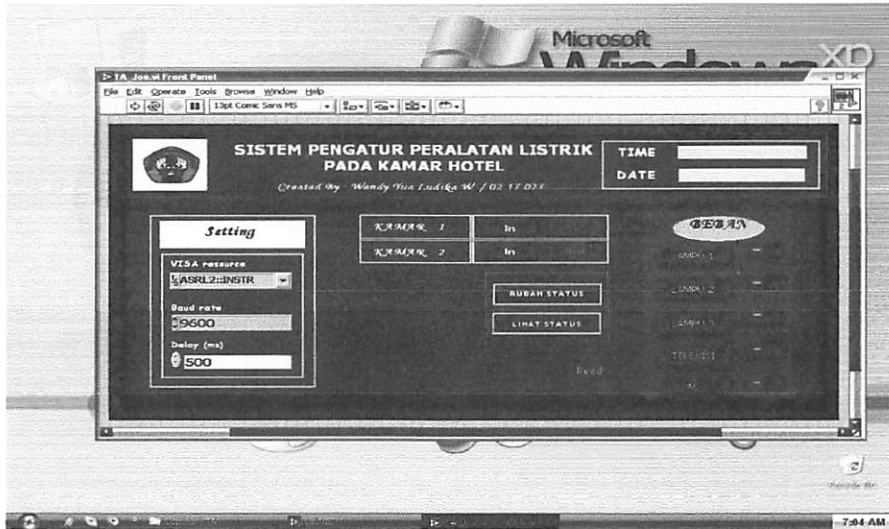
c. Langkah pengujian

1. Buka program labview



Gambar 4.9. Tampilan Awal Labview

2. Buka file yang telah dibuat



Gambar 4.10. Tampilan File labview yang telah dibuat

3. Jalankan program dengan klik “RUN”



Gambar 4.11. Tampilan Labview Untuk Setting Awal

4. Atur setting visa resource name pada asrl1, baud reat pada 9600 dan delay pada 200 m/s.
5. Pilih ingin berkomunikasi dengan kamar 1 atau 2 dengan mengklik “In” pada kamar yang dikehendaki.



Gambar 4.12. Tampilan Pesan Pada Labview Pada Saat Memasuki Kamar

6. Klik “LIHAT STATUS” untuk melihat status beban, tunggu pesan yang muncul lalu klik “OK” jalankan sesuai dengan pesan yang keluar



Gambar 4.13. Tampilan Pesan Pada Labview Pada Saat Ingin Melihat Status Beban Dalam Kamar

7. Klik “lampu 1” untuk melihat status beban lampu 1, tunggu pesan yang muncul “ lampu 1 on atau lampu 1 off ” untuk melihat status lampu 2, 3, televisi dan AC klik nama beban yang ingin dilihat
8. Klik “RUBAH STATUS” untuk merubah status beban, tunggu pesan yang muncul lalu klik “OK” jalankan sesuai dengan pesan yang keluar
9. Klik “lampu 1” untuk merubah status beban lampu 1, tunggu pesan yang muncul “ lampu 1 on atau lampu 1 off ” untuk merubah status lampu 2, 3, televisi dan AC klik nama beban yang ingin dirubah.
10. Jika sudah selesai klik “Out“ sesuai dengan kamar yang anda masuki tadi, untuk keluar dari program mikrokontroler kamar 1 atau 2
11. Untuk menghentikan program klik “STOP”.

d. Hasil pengujian

Hasil pengujian keseluruhan sistem telah sesuai dengan yang diharapkan, sistem berjalan sesuai dengan yang diinginkan. Setiap kondisi yang diinginkan pada saat pengaturan berjalan dengan baik.



Gambar 4.14 Tampilan sistem berjalan normal (baik)

Tabel 4.6 Penjabaran Kejadian Saat Sistem Dijalankan

| No. | Tombol Yang di
"klik" Pada PC | Tampilan Pesan Yang Keluar Setelah Menerima
Balasan Dari Mikrokontroler |
|-----|----------------------------------|---|
| 1. | Kamar 1 "In" | Anda masuk dalam monitiring kamar 1
Jika ingin melihat status beban klik "LIHAT STATUS"
Jika ingin merubah status beban klik "RUBAH STATUS"
Jika sudah selesai klik "OUT" pada kamar 1 |
| 2. | Kamar 1 "Out" | Anda keluar dari monitoring kamar 1
TERIMA KASIH |
| 3. | Kamar 2 "In" | Anda masuk dalam monitiring kamar 2
Jika ingin melihat status beban klik "LIHAT STATUS"
Jika ingin merubah status beban klik "RUBAH STATUS"
Jika sudah selesai klik "OUT" pada kamar 2 |
| 4. | Kamar 2 "Out" | Anda keluar dari monitoring kamar 2
TERIMA KASIH |

| | | |
|-----|--------------|--|
| 5. | LIHAT STATUS | Anda masuk dalam lihat status beban
Silahkan klik beban yang ingin anda lihat
PENGUNJUNG HOTEL BERADA DI DALAM
KAMAR atau
TIDAK ADA PENGUNJUNG DI DALAM
KAMAR |
| 6. | RUBAH STATUS | Anda masuk dalam rubah status beban
Silahkan klik beban yang ingin anda rubah |
| 7. | LAMPU 1 | LAMPU 1 ON atau LAMPU 1 OFF |
| 8. | LAMPU 2 | LAMPU 2 ON atau LAMPU 2 OFF |
| 9. | LAMPU 3 | LAMPU 3 ON atau LAMPU 3 OFF |
| 10. | TELEVISI | TELEVISI ON atau TELEVISI OFF |
| 11. | AC | AC ON atau AC OFF |

BAB V

PENUTUP

Pada bab ini penulis akan menyampaikan kesimpulan dan saran setelah melakukan pengujian pada alat pengatur peralatan listrik pada kamar hotel.

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan perencanaan, pembuatan, dan pengujian pada alat pengatur peralatan listrik pada kamar hotel, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Besarnya arus yang mengalir pada relay sekitar 27,4 mA. Nilai tersebut berbeda dengan hasil perhitungan yang telah dilakukan. Dari hasil pengukuran dan perhitungan didapatkan kesalahan (error) rata-rata sebesar 2,4 %, dengan error sebesar ini alat ini masih cukup baik untuk digunakan.
2. Apabila gantungan kunci dimasukkan pada tempat yang telah disediakan, maka salah satu pin mikrokontroler (P2.0) akan terhubung *ground* sehingga akan menjalankan perintah lain sesuai program yang telah dibuat. Detektor ini digunakan untuk mengetahui ada tidaknya orang didalam kamar jika PC meminta dan mengaktifkan saklar yang ada dalam kamar.
3. Apabila arus mengalir dari jala-jala PLN yang terlebih dahulu melewati detektor arus yang kemudian menuju ke beban, maka disekitar relay akan timbul medan magnet yang akan mengakibatkan kontak pada *reed switch* akan terhubung, hal ini dapat dilihat dari gerak jarum multimeter, saat ada arus

mengalir jarum akan bergerak, sedangkan pada saat tidak ada arus yang mengalir maka jarum pada multimeter tidak bergerak.

5.2 Saran

1. Karena penggunaan relay untuk driver banyak memakan tempat maka untuk pengembangan lebih lanjut dapat digantikan dengan MOC agar rangkaian menjadi lebih ringkas.
2. Untuk pengembangan lebih lanjut agar push button yang berfungsi sebagai saklar bisa diganti dengan remote kontrol sehingga lebih memudahkan dalam penggunaannya.
3. Perlu pengembangan dalam hal jumlah kamar hotel yang diatur sesuai dengan keadaan sebenarnya.

Daftar Pustaka

- Rachmad Setiawan, 2006, Mikrokontroler MCS-51, Yogyakarta
- Malvino, Albert Paul, 1999, Prinsip – Prinsip Elektronika Jilid I, terjemahan
Barmawi, M, Jakarta
- Nalwan, Andi Paulus, 2003, Teknik Antarmuka dan Pemrograman, Jakarta
- B. William, Arthur, Designer's Handbook of Integrated Circuits
AT89C51. American: Atmel Corporation. 2000.
- Datasheet IC MAX 232 (<http://www.alldatasheet.com>).
- RS232 Serial Communication Overview (<http://www.quatech.com>)
- Datasheet RS485, Copyright Sipex Corporation.
- Rizkiawan, Rizal, Tutorial Perancangan Hardware I, Jakarta
- Setiawan, Sulhan, 2006, Mudah dan Menyenangkan Belajar Mikrokontroler,
Yogyakarta
- Tjatur, P. Johaness, 2001, Pelatihan Mikrokontroler MCS-51 Programing and
Interfacing, Malang

LAMPIRAN



LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Wendy Yua Ludika Wijaya
NIM : 02.17.027
Jurusan : Teknik Elektro S1
Konsentrasi : Teknik Elektronika
Judul Skripsi : Perancangan dan Pembuatan Sistem
Pengatur Peralatan listrik Pada Kamar
Hotel
Masa Penulisan Skripsi : 10 Oktober 2006 s/d 10 April 2007
Dievaluasi Dengan Nilai : 87 (Delapan Puluh Tujuh)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro S1

Ir. F. Yudi Limpraptono, M.T.
NIP.Y. 1039500274

Malang, Maret 2007

Dosen Pembimbing I

Ir. Purwanto, M.T.
NIP. 131574847



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Wendy Yua Ludika Wijaya
NIM : 02.17.027
Masa Bimbingan : 10 Oktober 2006 s/d 10 April 2007
Judul Skripsi : PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM KONTROL
PERALATAN LISTRIK PADA KAMAR HOTEL

| NO | Tanggal | Uraian | Paraf Pembimbing |
|----|----------|---------------------------------------|------------------|
| 1 | 12/01/07 | Judul, Rumusan masalah & pendahuluan. | |
| 2 | Bab I | Stilabel pengantar | |
| 3 | | diikuti → pengantar | |
| 4 | | Bab II masalah | |
| 5 | Bab II | Referensi diuraikan | |
| 6 | | kecamatan Defleksi ini. | |
| 7 | | Bab I & II | |
| 8 | Bab III | Analisis Sistem pada | |
| 9 | | di pertajaman (pembahasan) | |
| 10 | Bab IV | Penggunaan berbagai | |
| | | dan penerapannya. | |

Bab V: Kesimpulan
Uraian
pembahasan
kesimpulan akhir

Malang,
Dosen Pembimbing

Ir. Purwanto, MT
NIP. 131574847

See Nalokh Gumar.



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

| | |
|-------------------------|--|
| Nama Mahasiswa | : Wendy Yua Ludika Wijaya |
| NIM | : 02.17.027 |
| Jurusan | : Teknik Elektro S1 |
| Konsentrasi | : Teknik Elektronika |
| Judul Skripsi | : Perancangan dan Pembuatan Sistem
Pengatur Peralatan listrik Pada Kamar
Hotel |
| Masa Penulisan Skripsi | : 10 Oktober 2006 s/d 10 April 2007 |
| Dievaluasi Dengan Nilai | : 90 (Sembilan Puluh) |

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro S1

Ir. F. Yudi Limpraptono, M.T.
NIP.Y. 1039500274

Malang, Maret 2007

Dosen Pembimbing II

I Komang Somawirata, S.T., M.
NIP. Y. 1030100361



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Wendy Yua Ludika Wijaya
NIM : 02.17.027
Masa Bimbingan : 10 Oktober 2006 s/d 10 April 2007
Judul Skripsi : PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM PENGATUR
PERALATAN LISTRIK PADA KAMAR HOTEL

| NO | Tanggal | Uraian | Paraf Pembimbing |
|----|----------|--|------------------|
| 1 | 10/06/11 | Konsultasi proposal seminar. | |
| 2 | 14/06/11 | Pub I, Pub II, Pub III | |
| 3 | 14/07/11 | Pub I & Pub IV
* Rangk. Driver Relay
* prot. Lab view. | |
| 4 | 8/10/11 | Revisi Pub III
Konsultasi masalah seminar | |
| 5 | 24/07/11 | Revisi skripsi | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |

Malang, 2-03-2009
Dosen Pembimbing

Komang Somawirata, ST, MT
NIP.Y. 1030100361



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

LEMBAR PERBAIKAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Wendy Yua Ludika Wijaya
NIM : 02.17.027
Jurusan : Teknik Elektro S1
Konsentrasi : Teknik Elektronika
Hari / Tanggal Ujian Skripsi : Jum'at / 16 Maret 2007

| No | Materi Perbaikan | Paraf |
|----|-------------------|-------|
| 1 | Flowchart Sistem | |
| 2 | Langkah Pengujian | |
| 3 | Kesimpulan | |

Diperiksa / Disetujui :

PENGUJI II

M. Ashar, S.T, M.T.

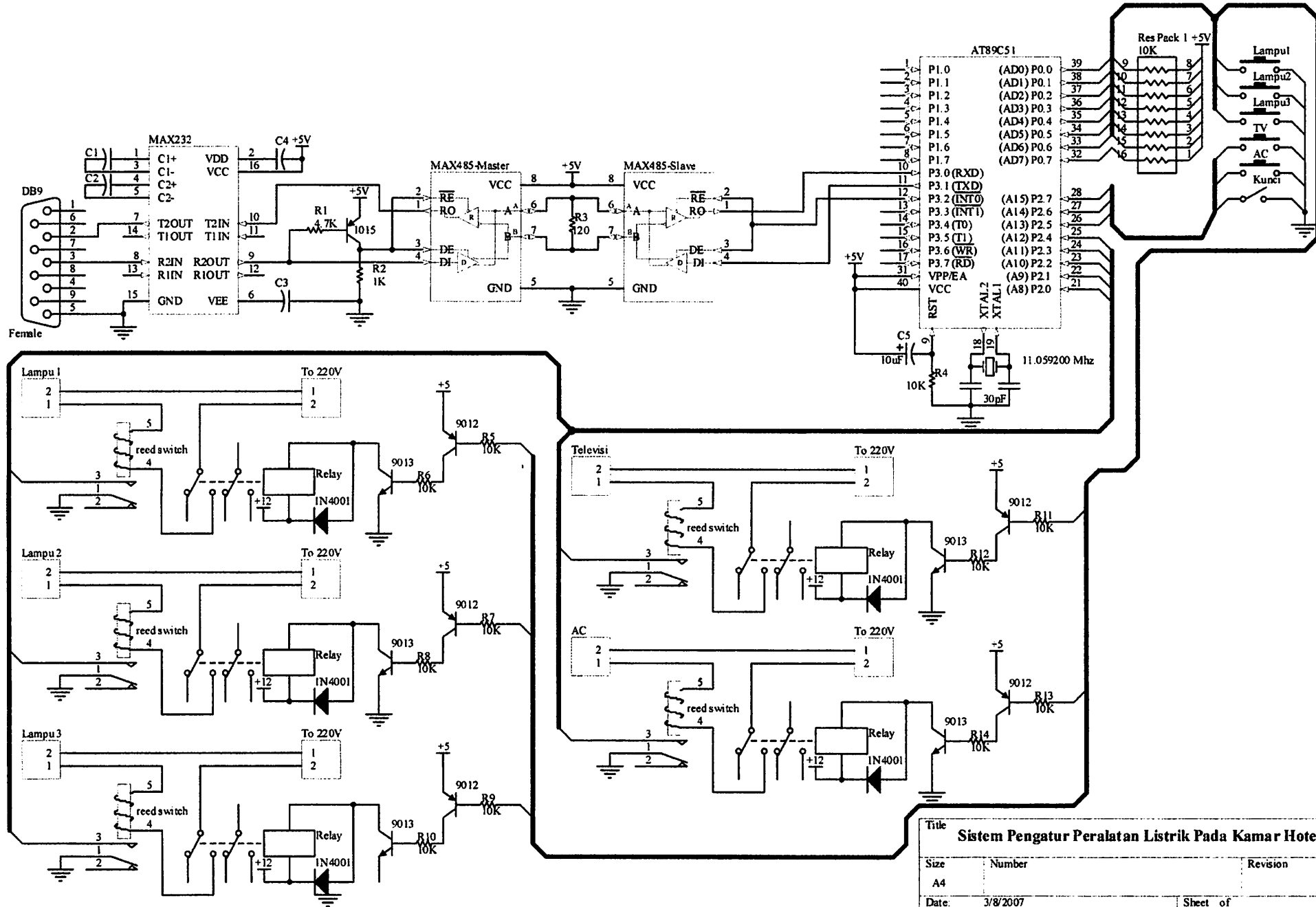
Mengetahui :

Dosen Pembimbing I

Ir. Purwanto, M.T.
NIP. 131574847

Dosen Pembimbing II

I Komang Somawirata, S.T, M.T.
NIP.Y. 1030100361



| Title | | |
|--|---------------------------|-----------------------------------|
| Sistem Pengatur Peralatan Listrik Pada Kamar Hotel | | |
| Size | Number | Revision |
| A4 | | |
| Date | 3/8/2007 | Sheet of |
| File | E:\Dhon\A.\Rank Ix.SCHDOC | Drawn By: Wendy Yua Ludika Wijaya |

Program : Pengatur Peralatan Listrik Pada Kamar Hotel

ORG 00H ;Reset vektor
JMP INSERT ;Lompat ke insert
ORG 0023H ;Alamat interrupt serial
CLR ES ;Matikan interrupt serial
JNB RI,\$;Tunggu sampai selesai menerima data
MOV R0,SBUF ;Masukkan isi data serial ke alamat R0
CLR RI ;Clear receive interrupt flag
SETB ES ;Enable serial interrupt
RETI ;Kembali ke program utama

INISIALISAS BIT

L1 BIT P0.0 ;Driver lampu 1
L2 BIT P0.1 ;Driver lampu 2
L3 BIT P0.2 ;Driver lampu 3
TV BIT P0.3 ;Driver televisi
ACE BIT P0.4 ;Driver AC
SL1 BIT P0.5 ;Push button lampu 1
SL2 BIT P0.6 ;Push button lampu 2
SL3 BIT P0.7 ;Push button lampu 3
STV BIT P2.7 ;Push button televisi
SACE BIT P2.6 ;Push button AC
SKN BIT P2.5 ;Detektor kunci
FL1 BIT P2.4 ;Detektor arus lampu 1
FL2 BIT P2.3 ;Detektor arus lampu 2
FL3 BIT P2.2 ;Detektor arus lampu 3
FTV BIT P2.1 ;Detektor arus televisi
FACE BIT P2.0 ;Detektor AC
TEN BIT P3.2 ;Kontrol RS-485

INISIALISASI SERIAL

INSERT: SETB EA ;Enable interrupt
MOV TMOD,#20H ;Mode timer 1 = 8 bit autoreload
MOV TH1,#0FDH ;isi timer 1 dengan 0FDH (baudrate 9600)
SETB TR1 ;Start timer 1
MOV SCON,#50H ;Mode 1
SETB Es ;Enable serial interrupt
clr TEN ;Kontrol 485 (siap menerima data)
MOV R0,#00 ;Reset isi R0

PROGRAM UTAMA

AWAL:
ACALL UBLEM ;Panggil subrutin Ublem

| | | |
|--|------------------|--|
| ACALL | KNCMSK | ;Panggil subrutin kncmsk |
| SJMP | AWAL | ;Lompat ke label awal |
| MAN_IN: | | |
| ACALL | UBLEM | ;Panggil subrutin ublem |
| ACALL | MANUAL | ;Panggil subrutin manual |
| ACALL | KNCKLR | ;Panggil subrutin kncklr |
| SJMP | MAN_IN | ;Lompat ke label Man_in |
| PC_IN: | | |
| ACALL | ATUR | ;Panggil subrutin atur |
| ACALL | MONITOR | ;Panggil subrutin monitor |
| ACALL | UTEM | ;Panggil subrutin utem |
| ACALL | MANUAL | ;Panggil subrutin manual |
| SJMP | PC_IN | ;Lompat ke label PC_IN |
| MONITORING: | | |
| ACALL | ATUR | ;Panggil subrutin atur |
| ACALL | MONITOR | ;Panggil subrutin monitor |
| ACALL | LIHAT | ;Panggil subrutin lihat |
| ACALL | UTEM | ;Panggil subrutin utem |
| ACALL | MANUAL | ;Panggil subrutin manual |
| SJMP | MONITORING | ;Lompat ke label monitoring |
| COMANDER: | | |
| ACALL | ATUR | ;Panggil subrutin atur |
| ACALL | MONITOR | ;Panggil subrutin monitor |
| ACALL | RUBAH | ;Panggil subrutin Rubah |
| ACALL | UTEM | ;Panggil subrutin utem |
| ACALL | MANUAL | ;Panggil subrutin manual |
| SJMP | COMANDER | ;Lompat ke label comander |
| ;..... | | |
| ; REQUEST PC UNTUK MASUK PROGRAM MCU 1 ATAU 2 | | |
| ;..... | | |
| UBLEM: | CJNE R0,#01,BLEM | ;Bandingkan isi R0=01 jika tidak ke BLEM |
| MOV | R0,#00H | ;Reset isi R0 |
| MOV | A,#01 | ;Isi A dengan 01 |
| ACALL | KIRIM | ;Panggil subrutin kirim |
| SJMP | PC_IN | ;Lompat ke label PC_IN |
| BLEM: | RET | ;Kembali ke program utama |
| ;..... | | |
| ; REQUEST PC UNTUK KELUAR PROGRAM MCU 1 ATAU 2 | | |
| ;..... | | |
| UTEM: | | |
| CJNE | R0,#11H,MBALEK | ;Bandingkan isi R0=11 jika tidak ke BLEM |
| MOV | R0,#00H | ;Reset isi R0 |
| MOV | A,#11H | ;Isi A dengan 11 |
| ACALL | KIRIM | ;Panggil subrutin kirim |
| CALL | CEK_KUNCI | ;Lompat ke label Cek_Kunci |
| MBALEK: | RET | ;Kembali ke program utama |


```

;.....
;  PENGECEKAN ADA TIDAKNYA  PENGUNJUNG DALAM KAMAR
;.....
CEK_KUNCI:
    JNB  SKN,CEK          ;Jika SKN berlogika '0' maka lompat keCEK
    ACALL  DELAY          ;Panggil subrutin Delay
    JMP  AWAL            ;Lompat ke label AWAL
CEK:  ACALL  DELAY        ;Panggil subrutin delay
    JMP  MAN_IN          ;Lompat ke label MAN_IN
;.....
;
;          DETEKTOR KUNCI ON
;.....
KNCMSK:
    JNB  SKN,IN          ;Jika SKN berlogika '0' maka lompat ke IN
    ACALL  DELAY          ;Panggil subrutin Delay
    RET                  ;Kembali ke program utama
IN:   CLR  L1            ;Hidupkan lampu 1
    CLR  L2            ;Hidupkan lampu 2
    CLR  L3            ;Hidupkan lampu 3
    JMP  MAN_IN          ;Lompat ke label MAN_IN
;.....
;
;          DETEKTOR KUNCI OFF
;.....
KNCKLR:
    JB  SKN,OUT          ;Jika SKN berlogika '1' maka lompat keOUT
    ACALL  DELAY          ;Panggil subrutin Delay
    RET                  ;Kembali ke program utama
OUT:  ACALL  DELAY        ;Panggil subrutin Delay
    JMP  AWAL
;.....
;  PC MASUK KE DALAM PROGRAM LIHAT STATUS BEBAN
;.....
MONITOR:
    CJNE  R0,#70H,MONI    ;Bandingkan isi R0=70 jika tidak ke MONI
    MOV  R0,#00H          ;Reset isi R0
    CALL  DELAY            ;Panggil subrutin Delay
    JNB  SKN,CKN          ;Jika SKN berlogika '0' maka lompat ke
CKN
    MOV  A,#75H           ;isi A dengan 75H
    CALL  KIRIM            ;Panggil subrutin kirim
    RET                  ;Kembali ke program utama
    JMP  MONITORING        ;Lompat ke label monitoring
MONI:RET                  ;Kembali ke program utama

CKN:  MOV  A,#70H          ;Isi A dengan 70H
    CALL  KIRIM            ;Panggil subrutin kirim
    RET                  ;Kembali ke program utama

```

```

;.....
; PC MASUK KE DALAM PROGRAM RUBAH STATUS BEBAN
;.....

```

```

ATUR:
    CJNE R0,#80H,RUTA    ;Bandingkan isi R0=80 jika tidak ke RUTA
    MOV  R0,#00H         ;Reset isi R0
    CALL DELAY           ;Panggil subrutin Delay
    MOV  A,#85H          ;Isi A dengan 85H
    CALL KIRIM           ;Panggil subrutin kirim
    JMP  COMANDER        ;Lompat ke label Comander
RUTA:RET                ;Kembali ke program utama

```

```

;.....
; PERINTAH RUBAH STATUS BEBAN
;.....

```

```

RUBAH:  CJNE R0,#10H,RB1 ;Bandingkan isi R0=10 jika tidak ke RB1
        CALL DELAY      ;Panggil subrutin Delay
        CPL  L1          ;Complemenkan L1
        MOV  R0,#00      ;Reset isi R0
        acall delay      ;Panggil subrutin Delay
        CALL C1          ;Panggil sunrutin C1
        CALL DELAY      ;Panggil subrutin Delay
RB1:    CJNE R0,#20H,RB2 ;Bandingkan isi R0=20 jika tidak ke RB2
        CALL DELAY      ;Panggil subrutin Delay
        CPL  L2          ;Complemenkan L2
        MOV  R0,#00      ;Reset isi R0
        acall delay      ;Panggil subrutin Delay
        CALL C2          ;Panggil subrutin C2
        CALL DELAY      ;Panggil subrutin Delay
RB2:    CJNE R0,#30H,RB3 ;Bandingkan isi R0=30 jika tidak ke RB3
        CALL DELAY      ;Panggil subrutin Delay
        CPL  L3          ;Complemenkan L3
        MOV  R0,#00      ;Reset isi R0
        acall delay      ;Panggil subrutin Delay
        CALL C3          ;Panggil subrutin C3
        CALL DELAY      ;Panggil subrutin Delay
RB3:    CJNE R0,#40H,RB4 ;Bandingkan isi R0=40 jika tidak ke RB4
        CALL DELAY      ;Panggil subrutin Delay
        CPL  TV          ;Complemenkan TV
        MOV  R0,#00      ;Reset isi R0
        acall delay      ;Panggil subrutin Delay
        CALL C4          ;Panggil subrutin C4
        CALL DELAY      ;Panggil subrutin Delay
RB4:    CJNE R0,#50H,RB5 ;Bandingkan isi R0=50 jika tidak ke RB5
        CALL DELAY      ;Panggil subrutin Delay
        CPL  ACE         ;Complemenkan ACE
        MOV  R0,#00      ;Reset isi R0
        acall delay      ;Panggil subrutin Delay
        CALL C5          ;Panggil subrutin C5

```

| | |
|-------------------------------|--|
| CALL DELAY | ;Panggil subrutin Delay |
| RB5: RET | ;Kembali ke program utama |
| ;..... | |
| ; PERINTAH LIHAT STATUS BEBAN | |
| ;..... | |
| LIHAT: CJNE R0,#10H,REQ2; | Bandingkan isi R0=10 jika tidak ke REQ2 |
| MOV R0,#00H | ;Reset isi R0 |
| CALL DELAY | ;Panggil subrutin Delay |
| CALL C1 | ;Panggil subrutin C1 |
| CALL DELAY | ;Panggil subrutin Delay |
| Req2: CJNE R0,#20H,REQ3 | ;Bandingkan isi R0=20 jika tidak ke REQ3 |
| MOV R0,#00H | ;Reset isi R0 |
| CALL DELAY | ;Panggil subrutin Delay |
| CALL C2 | ;Panggil subrutin C2 |
| CALL DELAY | ;Panggil subrutin Delay |
| Req3: CJNE R0,#30H,REQ4 | ;Bandingkan isi R0=30 jika tidak ke REQ4 |
| MOV R0,#00H | ;Reset isi R0 |
| CALL DELAY | ;Panggil subrutin Delay |
| CALL C3 | ;Panggil subrutin C4 |
| CALL DELAY | ;Panggil subrutin Delay |
| Req4: CJNE R0,#40H,REQ5 | ;Bandingkan isi R0=11 jika tidak ke REQ5 |
| MOV R0,#00H | ;Reset isi R0 |
| CALL DELAY | ;Panggil subrutin Delay |
| CALL C4 | ;Panggil subrutin C4 |
| CALL DELAY | ;Panggil subrutin Delay |
| Req5: CJNE R0,#50H,REQ6 | ;Bandingkan isi R0=50 jika tidak ke REQ6 |
| MOV R0,#00H | ;Reset isi R0 |
| CALL DELAY | ;Panggil subrutin Delay |
| CALL C5 | ;Panggil subrutin C5 |
| CALL DELAY | ;Panggil subrutin Delay |
| REQ6: RET | ;Kembali ke program utama |

;.....
; PROGRAM LAPORAN STATUS BEBAN (ON/OFF)
;.....

| | |
|-----------------|--|
| C1: JNB FL1,C11 | ;Jika FL1 berlogika '0' maka lompat ke C11 |
| MOV A,#15H | ;Isi A dengan 15H |
| CALL KIRIM | ;Panggil subrutin kirim |
| RET | ;Kembali ke program utama |
| C2: JNB FL2,C22 | ;Jika FL2 berlogika '0' maka lompat ke C22 |
| MOV A,#25H | ;Isi A dengan 25H |
| CALL KIRIM | ;Panggil subrutin kirim |
| RET | ;Kembali ke program utama |
| C3: JNB FL3,C33 | ;Jika FL3 berlogika '0' maka lompat ke C33 |
| MOV A,#35H | ;Isi A dengan 35H |
| CALL KIRIM | ;Panggil subrutin kirim |
| RET | ;Kembali ke program utama |
| C4: JNB FTV,C44 | ;Jika FTV berlogika '0' maka lompat ke C44 |
| MOV A,#45H | ;Isi A dengan 45H |

| | | |
|---|--------------|--|
| | CALL KIRIM | ;Panggil subrutin kirim |
| | RET | ;Kembali ke program utama |
| C5: | JNB FACE,C55 | ;Jika FACE berlogika '0' maka lompat ke C55 |
| | MOV A,#55H | ;Isi A dengan 55H |
| | CALL KIRIM | ;Panggil subrutin kirim |
| | RET | ;Kembali ke program utama |
| ;..... | | |
| C11: | MOV A,#10H | ;Isi A dengan 10H |
| | CALL KIRIM | ;Panggil subrutin kirim |
| | RET | ;Kembali ke program utama |
| C22: | MOV A,#20H | ;Isi A dengan 20H |
| | CALL KIRIM | ;Panggil subrutin kirim |
| | RET | ;Kembali ke program utama |
| C33: | MOV A,#30H | ;Isi A dengan 30H |
| | CALL KIRIM | ;Panggil subrutin kirim |
| | RET | ;Kembali ke program utama |
| C44: | MOV A,#40H | ;Isi A dengan 40H |
| | CALL KIRIM | ;Panggil subrutin kirim |
| | RET | ;Kembali ke program utama |
| C55: | MOV A,#50H | ;Isi A dengan 50H |
| | CALL KIRIM | ;Panggil subrutin kirim |
| | RET | ;Kembali ke program utama |
| ;..... | | |
| ; PROGRAM RUBAH STATUS DENGAN PUSH BUTTON | | |
| ;..... | | |
| MANUAL: | | |
| | Jb SL1,MAN1 | ;Jika SL1 berlogika '1' maka lompat ke MAN1 |
| | Jnb SL1,\$ | ;Tunggu SL1 selesai di tekan |
| | Cpl L1 | ;Complemenkan L1 |
| MAN1: | | |
| | Jb SL2,MAN2 | ;Jika SL2 berlogika '1' maka lompat ke MAN2 |
| | Jnb SL2,\$ | ;Tunggu SL2 selesai di tekan |
| | Cpl L2 | ;Complemenkan L2 |
| MAN2: | | |
| | Jb SL3,MAN3 | ;Jika SL3 berlogika '1' maka lompat ke MAN3 |
| | Jnb SL3,\$ | ;Tunggu SL3 selesai di tekan |
| | Cpl L3 | ;Complemenkan L3 |
| MAN3: | | |
| | Jb STV,MAN4 | ;Jika STV berlogika '1' maka lompat ke MAN4 |
| | Jnb STV,\$ | ;Tunggu STV selesai di tekan |
| | Cpl TV | ;Complemenkan TV |
| MAN4: | | |
| | Jb SACE,MAN5 | ;Jika SACE berlogika '1' maka lompat ke MAN5 |
| | Jnb SACE,\$ | ;Tunggu SACE selesai di tekan |
| | Cpl ACE | ;Complemenkan ACE |
| MAN5: | | |
| | RET | ;Kembali ke program utama |

```

;.....
;
;               PROGRAM KIRIM DATA KE PC
;.....
KIRIM:ACALL      BUDAL      ;Panggil subrutin Budal
      ACALL      DELAY      ;Panggil subrutin Delay
      RET                ;Kembali ke program utama
BUDAL:  setb     TEN        ;Aktifkan kontrol 485 saat mengirim data
      acall     delay        ;Panggil subrutin Delay
      clr      ES           ;Matikan serial interrupt
      MOV      SBUF,A        ;Isi serial buffer dengan data yang dikirim
      JNB      TI,$          ;Tunggu pengiriman selesai
      CLR      TI           ;Clear transmit interrupt flag
      SETB     ES           ;Hidupkan kembali serial interrupt
      acall     delay        ;Panggil subrutin Delay
      clr      TEN          ;Matikan kontrol 485 agar siap menerima data
      RET                ;Kembali ke program utama
;.....
;
;               PROGRAM DELAY
;.....
DELAY:
      MOV      R6,#255        ;Isi R6 dengan 255
LOOP:
      MOV      R7,#100        ;Isi R7 dengan 100
      DJNZ     R7,$           ;Kurangi isi R7 sampai 0
      DJNZ     R6,LOOP        ;kurangi isi R6 sampai 0 bila belum 0 lompat ke
                                LOOP
      RET                ;Kembali ke program utama
;.....
END

```

REPORT

Date: 10/10/1991

Subject: [Illegible]

[Illegible text block containing multiple lines of text, possibly a list or description]

[Illegible text block containing multiple lines of text, possibly a list or description]

[Illegible text block containing multiple lines of text, possibly a list or description]

[Illegible text block containing multiple lines of text, possibly a list or description]

[Illegible text block containing multiple lines of text, possibly a list or description]

[Illegible text block containing multiple lines of text, possibly a list or description]

[Illegible text block containing multiple lines of text, possibly a list or description]

[Illegible text block containing multiple lines of text, possibly a list or description]

[Illegible text block containing multiple lines of text, possibly a list or description]

[Illegible text block containing multiple lines of text, possibly a list or description]

[Illegible text block containing multiple lines of text, possibly a list or description]

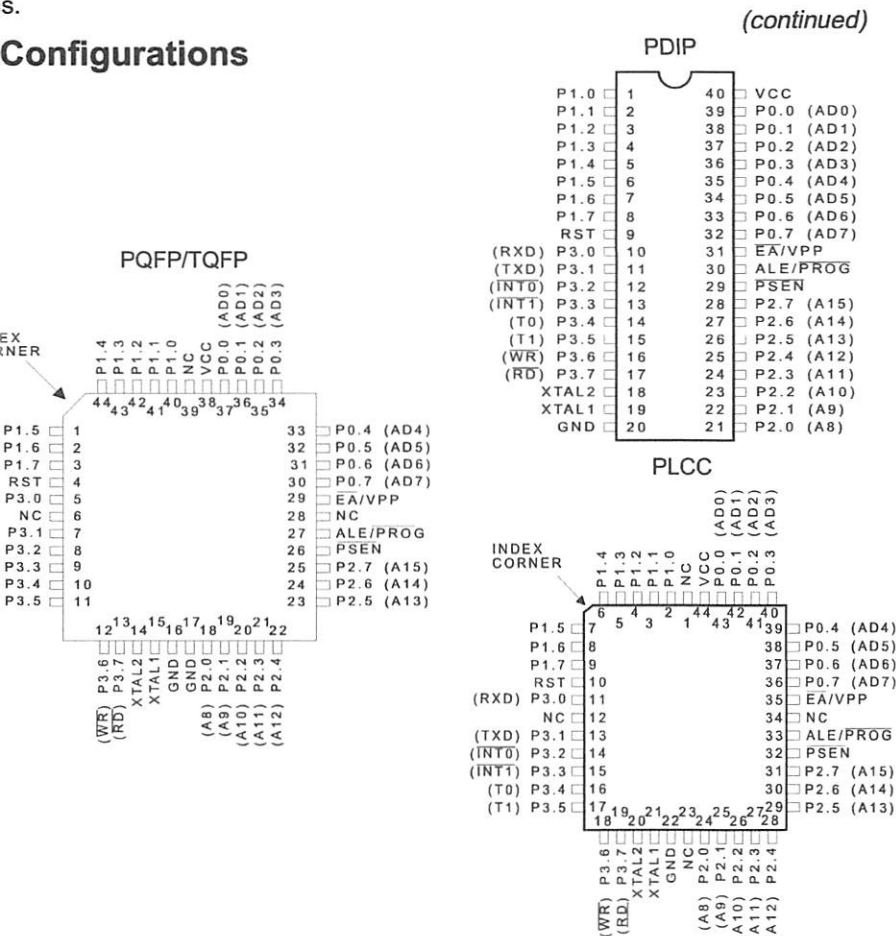
Features

Compatible with MCS-51™ Products
 16K Bytes of In-System Reprogrammable Flash Memory
 Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
 Low Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
 On-Chip Program Memory Lock
 2K x 8-Bit Internal RAM
 32 Programmable I/O Lines
 16-Bit Timer/Counters
 Interrupt Sources
 Programmable Serial Channel
 Power Idle and Power Down Modes

Description

The AT89C51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 4K Bytes of Flash Programmable and Erasable Read Only Memory (PEROM). The device is manufactured using Atmel's high density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry standard MCS-51™ instruction set and pinout. The In-System Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with on-chip Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89C51 is a powerful microcomputer which provides a highly flexible and cost effective solution to many embedded control applications.

Configurations



0265F-A-12/97

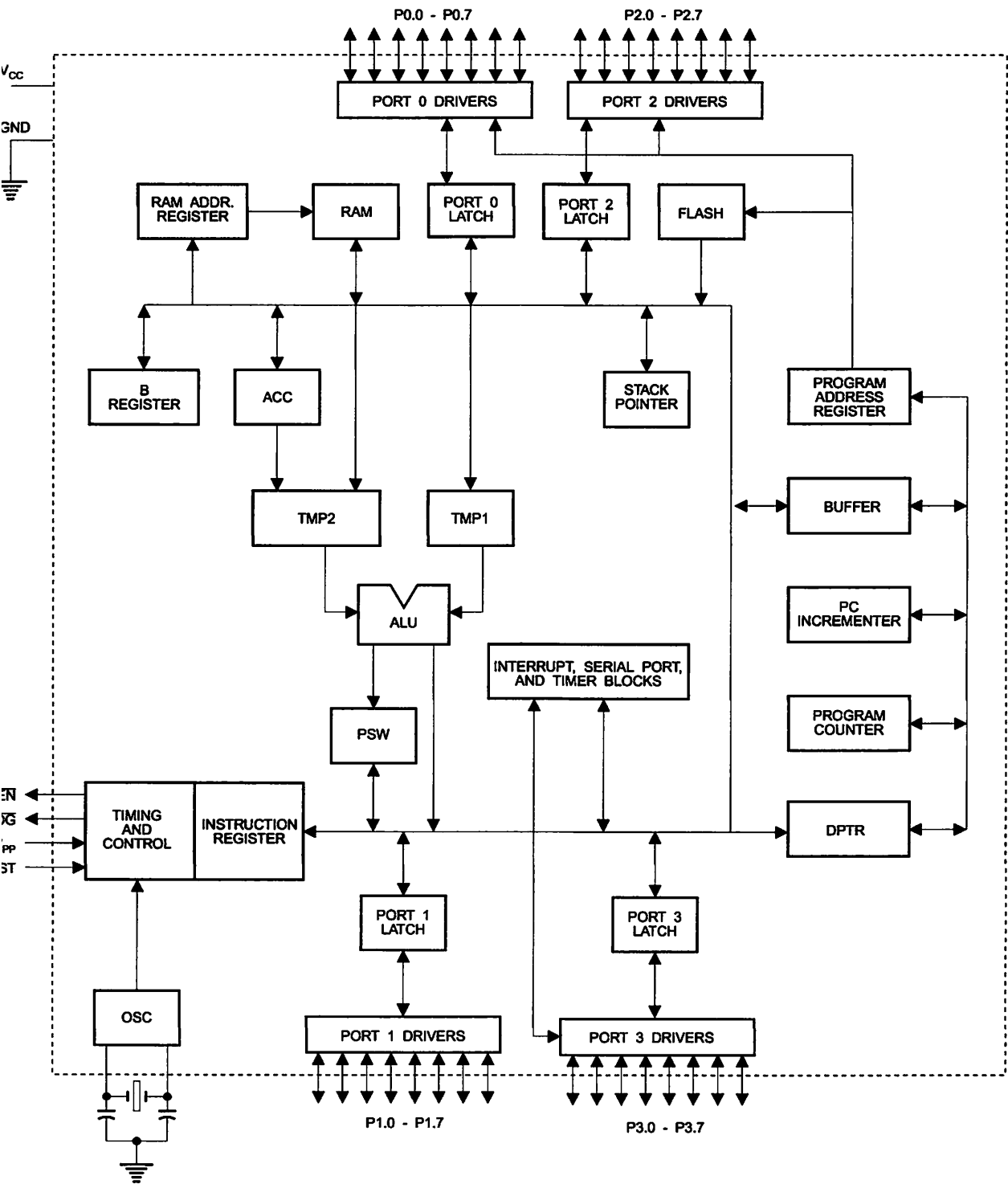


8-Bit Microcontroller with 4K Bytes Flash

AT89C51



Diagram



AT89C51 provides the following standard features: 4K of Flash, 128 bytes of RAM, 32 I/O lines, two 16-bit counters, a five vector two-level interrupt architecture, duplex serial port, on-chip oscillator and clock circuit. In addition, the AT89C51 is designed with static logic operation down to zero frequency and supports two selectable power saving modes. The Idle Mode puts the CPU while allowing the RAM, timer/counters, port and interrupt system to continue functioning. The Power Down Mode saves the RAM contents but freezes the oscillator disabling all other chip functions until the next reset.

Description

Supply voltage.

and.

0

P0 is an 8-bit open drain bidirectional I/O port. As an output port each pin can sink eight TTL inputs. When 1s are written to port 0 pins, the pins can be used as high-impedance inputs.

P0 may also be configured to be the multiplexed low-voltage address/data bus during accesses to external program and data memory. In this mode P0 has internal pull-up

P0 also receives the code bytes during Flash programming and outputs the code bytes during program verification. External pullups are required during program verification.

1

P1 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pullups. Port 1 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 1 pins they are pulled high by internal pullups and can be used as inputs. As inputs, P1 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

P1 also receives the low-order address bytes during Flash programming and verification.

2

P2 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pullups. Port 2 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 2 pins they are pulled high by internal pullups and can be used as inputs. As inputs, P2 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

P2 emits the high-order address byte during fetches from external program memory and during accesses to external data memory that use 16-bit addresses (MOVX @ DPTR). In this application it uses strong internal pullups

when emitting 1s. During accesses to external data memory that use 8-bit addresses (MOVX @ RI), Port 2 emits the contents of the P2 Special Function Register.

Port 2 also receives the high-order address bits and some control signals during Flash programming and verification.

Port 3

Port 3 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pullups. The Port 3 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 3 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 3 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the pullups.

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89C51 as listed below:

| Port Pin | Alternate Functions |
|----------|--|
| P3.0 | RXD (serial input port) |
| P3.1 | TXD (serial output port) |
| P3.2 | $\overline{\text{INT0}}$ (external interrupt 0) |
| P3.3 | $\overline{\text{INT1}}$ (external interrupt 1) |
| P3.4 | T0 (timer 0 external input) |
| P3.5 | T1 (timer 1 external input) |
| P3.6 | $\overline{\text{WR}}$ (external data memory write strobe) |
| P3.7 | $\overline{\text{RD}}$ (external data memory read strobe) |

Port 3 also receives some control signals for Flash programming and verification.

RST

Reset input. A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running resets the device.

ALE/PROG

Address Latch Enable output pulse for latching the low byte of the address during accesses to external memory. This pin is also the program pulse input (PROG) during Flash programming.

In normal operation ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency, and may be used for external timing or clocking purposes. Note, however, that one ALE pulse is skipped during each access to external Data Memory.

If desired, ALE operation can be disabled by setting bit 0 of SFR location 8EH. With the bit set, ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction. Otherwise, the pin is weakly pulled high. Setting the ALE-disable bit has no effect if the microcontroller is in external execution mode.

PSEN

Program Store Enable is the read strobe to external program memory.



the AT89C51 is executing code from external pro-
memory, $\overline{\text{PSEN}}$ is activated twice each machine
except that two $\overline{\text{PSEN}}$ activations are skipped during
access to external data memory.

$\overline{\text{EA}}$ must be strapped to GND in
to enable the device to fetch code from external pro-
memory locations starting at 0000H up to FFFFH.
however, that if lock bit 1 is programmed, $\overline{\text{EA}}$ will be
ally latched on reset.

ould be strapped to V_{CC} for internal program execu-

in also receives the 12-volt programming enable volt-
(V_{PP}) during Flash programming, for parts that require
it V_{PP} .

1
to the inverting oscillator amplifier and input to the
al clock operating circuit.

2
t from the inverting oscillator amplifier.

Oscillator Characteristics

1 and XTAL2 are the input and output, respectively,
inverting amplifier which can be configured for use as
-chip oscillator, as shown in Figure 1. Either a quartz
l or ceramic resonator may be used. To drive the
e from an external clock source, XTAL2 should be left
nected while XTAL1 is driven as shown in Figure 2.
are no requirements on the duty cycle of the external
ignal, since the input to the internal clocking circuitry
ugh a divide-by-two flip-flop, but minimum and maxi-
voltage high and low time specifications must be
ved.

Mode

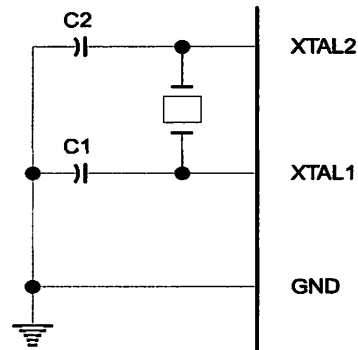
mode, the CPU puts itself to sleep while all the on-
peripherals remain active. The mode is invoked by
are. The content of the on-chip RAM and all the spe-
unctions registers remain unchanged during this
. The idle mode can be terminated by any enabled
pt or by a hardware reset.

us of External Pins During Idle and Power Down Modes

| | Program Memory | ALE | $\overline{\text{PSEN}}$ | PORT0 | PORT1 | PORT2 | PORT3 |
|------------|----------------|-----|--------------------------|-------|-------|---------|-------|
| | Internal | 1 | 1 | Data | Data | Data | Data |
| | External | 1 | 1 | Float | Data | Address | Data |
| Power Down | Internal | 0 | 0 | Data | Data | Data | Data |
| Power Down | External | 0 | 0 | Float | Data | Data | Data |

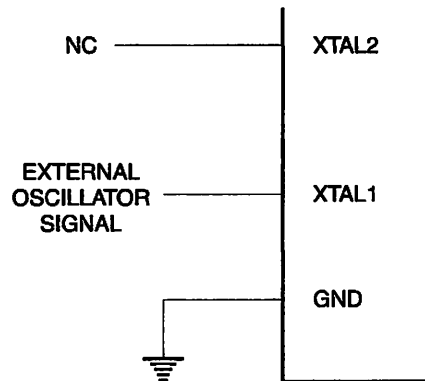
It should be noted that when idle is terminated by a hard
ware reset, the device normally resumes program execu-
tion, from where it left off, up to two machine cycles before
the internal reset algorithm takes control. On-chip hardware
inhibits access to internal RAM in this event, but access to
the port pins is not inhibited. To eliminate the possibility of
an unexpected write to a port pin when Idle is terminated by
reset, the instruction following the one that invokes Idle
should not be one that writes to a port pin or to external
memory.

Figure 1. Oscillator Connections



Note: C1, C2 = 30 pF \pm 10 pF for Crystals
= 40 pF \pm 10 pF for Ceramic Resonators

Figure 2. External Clock Drive Configuration



Power Down Mode

In power down mode the oscillator is stopped, and the instruction that invokes power down is the last instruction executed. The on-chip RAM and Special Function Registers retain their values until the power down mode is terminated. The only exit from power down is a hardware reset. The reset redefines the SFRs but does not change the on-chip RAM. The reset should not be activated before V_{CC} is returned to its normal operating level and must be held high long enough to allow the oscillator to restart and stabilize.

Program Memory Lock Bits

On the chip are three lock bits which can be left unprogrammed (U) or can be programmed (P) to obtain the additional features listed in the table below:

When lock bit 1 is programmed, the logic level at the \overline{EA} pin is sampled and latched during reset. If the device is powered up without a reset, the latch initializes to a random value, and holds that value until reset is activated. It is necessary that the latched value of \overline{EA} be in agreement with the current logic level at that pin in order for the device to function properly.

Program Memory Lock Bit Protection Modes

| Program Lock Bits | | | Protection Type |
|-------------------|-----|-----|--|
| LB1 | LB2 | LB3 | |
| U | U | U | No program lock features. |
| P | U | U | MOVX instructions executed from external program memory are disabled from fetching code bytes from internal memory, \overline{EA} is sampled and latched on reset, and further programming of the Flash is disabled. |
| P | P | U | Same as mode 2, also verify is disabled. |
| P | P | P | Same as mode 3, also external execution is disabled. |

Programming the Flash

The AT89C51 is normally shipped with the on-chip Flash memory array in the erased state (that is, contents = FFH) and is ready to be programmed. The programming interface provides either a high-voltage (12-volt) or a low-voltage programming mode. The low voltage programming mode provides a convenient way to program the AT89C51 inside the user's system, while the high-voltage programming mode is compatible with conventional third party Flash or EPROM programmers.

The AT89C51 is shipped with either the high-voltage or low-voltage programming mode enabled. The respective device marking and device signature codes are listed in the following table.

| | V _{PP} = 12V | V _{PP} = 5V |
|-----------|--|--|
| Side Mark | AT89C51
xxxx
yyww | AT89C51
xxxx-5
yyww |
| Signature | (030H)=1EH
(031H)=51H
(032H)=FFH | (030H)=1EH
(031H)=51H
(032H)=05H |

The AT89C51 code memory array is programmed byte-by-byte in either programming mode. *To program any non-byte in the on-chip Flash Memory, the entire memory must be erased using the Chip Erase Mode.*

Programming Algorithm: Before programming the AT89C51, the address, data and control signals should be set up according to the Flash programming mode table and Figures 3 and 4. To program the AT89C51, take the following steps.

1. Input the desired memory location on the address lines.
2. Input the appropriate data byte on the data lines.
3. Activate the correct combination of control signals.
4. Raise \overline{EA}/V_{PP} to 12V for the high-voltage programming mode.
5. Pulse ALE/ \overline{PROG} once to program a byte in the Flash array or the lock bits. The byte-write cycle is self-timed and typically takes no more than 1.5 ms. Repeat steps 1 through 5, changing the address and data for the entire array or until the end of the object file is reached.

Data Polling: The AT89C51 features Data Polling to indicate the end of a write cycle. During a write cycle, an attempted read of the last byte written will result in the complement of the written datum on PO.7. Once the write cycle has been completed, true data are valid on all outputs, and the next cycle may begin. Data Polling may begin any time after a write cycle has been initiated.

Ready/Busy: The progress of byte programming can also be monitored by the RDY/BSY output signal. P3.4 is pulled low after ALE goes high during programming to indicate BUSY. P3.4 is pulled high again when programming is done to indicate READY.





Program Verify: If lock bits LB1 and LB2 have not been programmed, the programmed code data can be read back over the address and data lines for verification. The lock bits cannot be verified directly. Verification of the lock bits is achieved by observing that their features are enabled.

Erase: The entire Flash array is erased electrically using the proper combination of control signals and by pulling ALE/PROG low for 10 ms. The code array is written with all "1"s. The chip erase operation must be executed before the code memory can be re-programmed.

Reading the Signature Bytes: The signature bytes are read by the same procedure as a normal verification of code bytes 030H,

031H, and 032H, except that P3.6 and P3.7 must be pulled up to V_{CC} and logic low. The values returned are as follows.

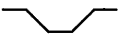
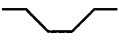
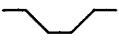
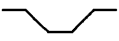
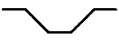
(030H) = 1EH indicates manufactured by Atmel
(031H) = 51H indicates 89C51
(032H) = FFH indicates 12V programming
(032H) = 05H indicates 5V programming

Programming Interface

Every code byte in the Flash array can be written and the entire array can be erased by using the appropriate combination of control signals. The write operation cycle is self-timed and once initiated, will automatically time itself to completion.

All major programming vendors offer worldwide support for the Atmel microcontroller series. Please contact your local programming vendor for the appropriate software revision.

Flash Programming Modes

| | | RST | PSEN | ALE/PROG | EA/V _{pp} | P2.6 | P2.7 | P3.6 | P3.7 |
|----------------|---------|-----|------|---|--------------------|------|------|------|------|
| Code Data | | H | L |  | H/12V | L | H | H | H |
| Code Data | | H | L | H | H | L | L | H | H |
| Lock | Bit - 1 | H | L |  | H/12V | H | H | H | H |
| | Bit - 2 | H | L |  | H/12V | H | H | L | L |
| | Bit - 3 | H | L |  | H/12V | H | L | H | L |
| Erase | | H | L |  (1) | H/12V | H | L | L | L |
| Signature Byte | | H | L | H | H | L | L | L | L |

1. Chip Erase requires a 10-ms PROG pulse.

Figure 3. Programming the Flash

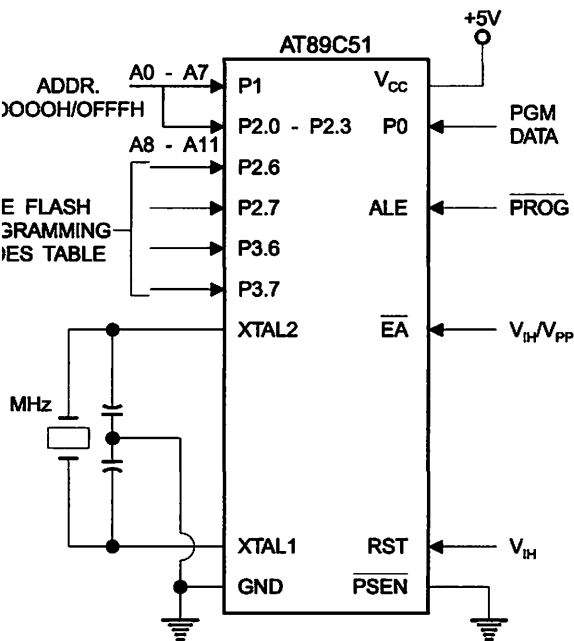
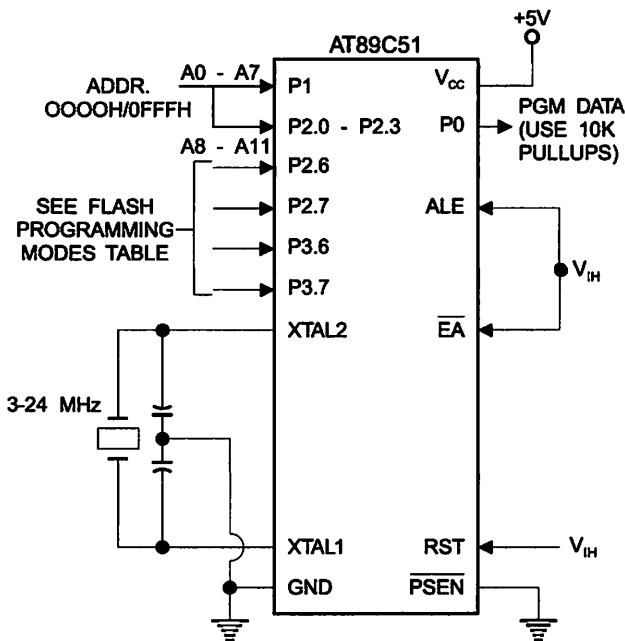


Figure 4. Verifying the Flash



Flash Programming and Verification Characteristics

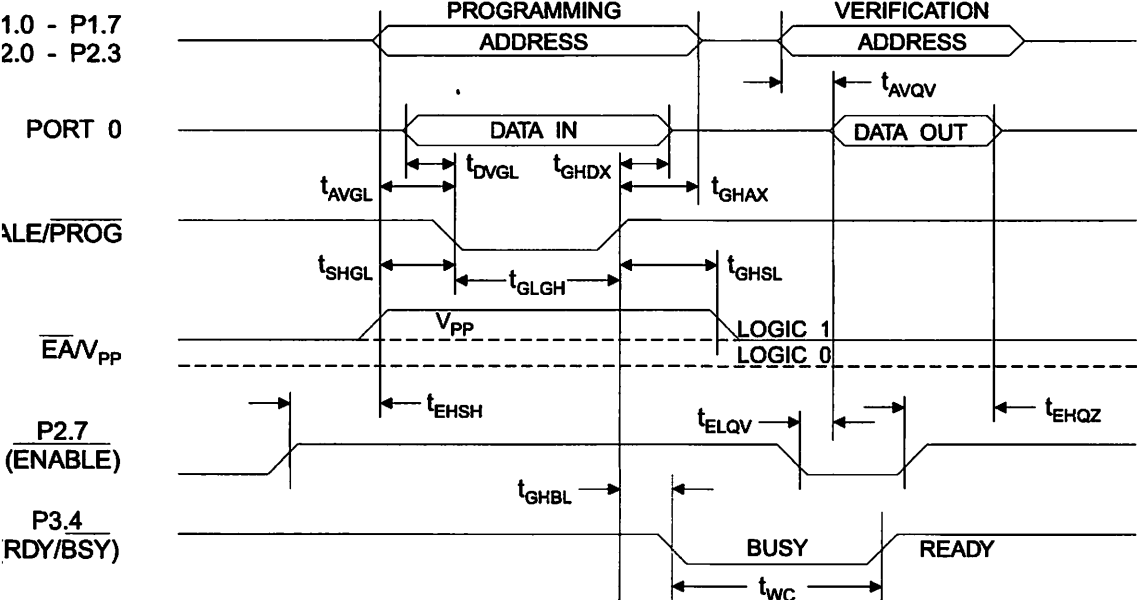
-40°C to 70°C, V_{CC} = 5.0 ± 10%

| Symbol | Parameter | Min | Max | Units |
|--------------------|---|---------------------|---------------------|-------|
| t _{PGM} | Programming Enable Voltage | 11.5 | 12.5 | V |
| I _{PGM} | Programming Enable Current | | 1.0 | mA |
| f _{osc} | Oscillator Frequency | 3 | 24 | MHz |
| t _{AS} | Address Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low | 48t _{CLCL} | | |
| t _{AH} | Address Hold After $\overline{\text{PROG}}$ | 48t _{CLCL} | | |
| t _{DS} | Data Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low | 48t _{CLCL} | | |
| t _{DH} | Data Hold After $\overline{\text{PROG}}$ | 48t _{CLCL} | | |
| t _{P2.7} | P2.7 (ENABLE) High to V _{PP} | 48t _{CLCL} | | |
| t _{VPP} | V _{PP} Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low | 10 | | μs |
| t _{VPPH} | V _{PP} Hold After $\overline{\text{PROG}}$ | 10 | | μs |
| t _{PROG} | $\overline{\text{PROG}}$ Width | 1 | 110 | μs |
| t _{ADV} | Address to Data Valid | | 48t _{CLCL} | |
| t _{ENL} | ENABLE Low to Data Valid | | 48t _{CLCL} | |
| t _{DF} | Data Float After ENABLE | 0 | 48t _{CLCL} | |
| t _{PROGH} | $\overline{\text{PROG}}$ High to $\overline{\text{BUSY}}$ Low | | 1.0 | μs |
| t _{BWC} | Byte Write Cycle Time | | 2.0 | ms |

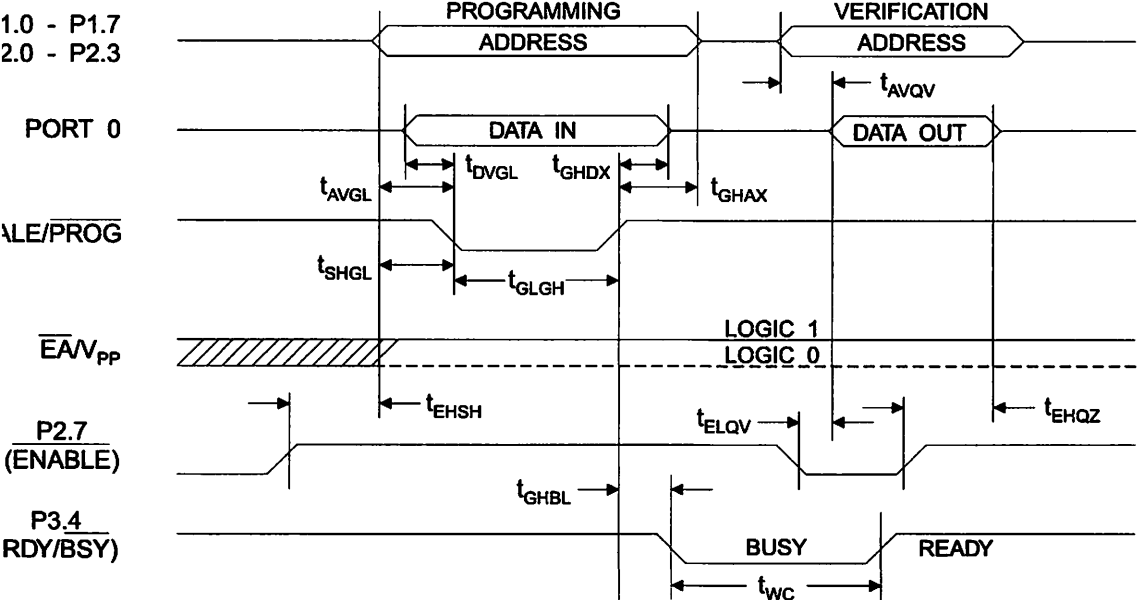
1. Only used in 12-volt programming mode.



h Programming and Verification Waveforms - High Voltage Mode ($V_{PP} = 12V$)



h Programming and Verification Waveforms - Low Voltage Mode ($V_{PP} = 5V$)





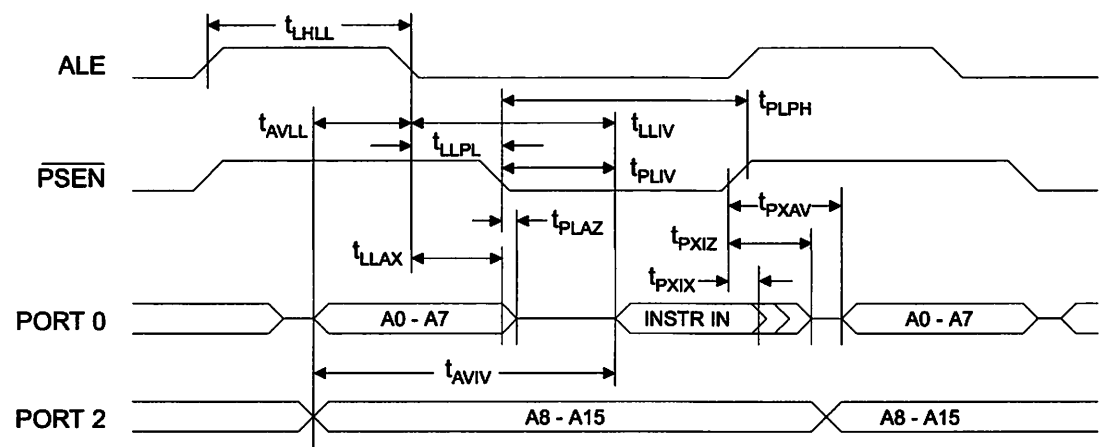
Characteristics

For Operating Conditions; Load Capacitance for Port 0, ALE/ $\overline{\text{PROG}}$, and $\overline{\text{PSEN}}$ = 100 pF; Load Capacitance for all other ports = 80 pF)

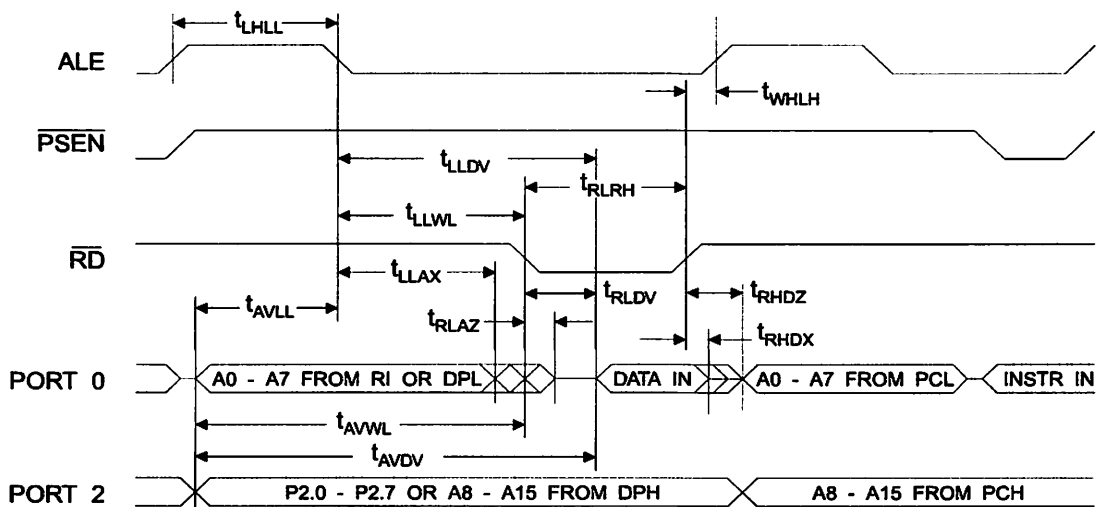
Internal Program and Data Memory Characteristics

| Symbol | Parameter | 12 MHz Oscillator | | 16 to 24 MHz Oscillator | | Units |
|--------|---|-------------------|-----|-------------------------|------------------------|-------|
| | | Min | Max | Min | Max | |
| CL | Oscillator Frequency | | | 0 | 24 | MHz |
| | ALE Pulse Width | 127 | | $2t_{\text{CLCL}}-40$ | | ns |
| | Address Valid to ALE Low | 43 | | $t_{\text{CLCL}}-13$ | | ns |
| | Address Hold After ALE Low | 48 | | $t_{\text{CLCL}}-20$ | | ns |
| | ALE Low to Valid Instruction In | | 233 | | $4t_{\text{CLCL}}-65$ | ns |
| | ALE Low to $\overline{\text{PSEN}}$ Low | 43 | | $t_{\text{CLCL}}-13$ | | ns |
| | $\overline{\text{PSEN}}$ Pulse Width | 205 | | $3t_{\text{CLCL}}-20$ | | ns |
| | $\overline{\text{PSEN}}$ Low to Valid Instruction In | | 145 | | $3t_{\text{CLCL}}-45$ | ns |
| | Input Instruction Hold After $\overline{\text{PSEN}}$ | 0 | | 0 | | ns |
| | Input Instruction Float After $\overline{\text{PSEN}}$ | | 59 | | $t_{\text{CLCL}}-10$ | ns |
| | $\overline{\text{PSEN}}$ to Address Valid | 75 | | $t_{\text{CLCL}}-8$ | | ns |
| | Address to Valid Instruction In | | 312 | | $5t_{\text{CLCL}}-55$ | ns |
| | $\overline{\text{PSEN}}$ Low to Address Float | | 10 | | 10 | ns |
| I | $\overline{\text{RD}}$ Pulse Width | 400 | | $6t_{\text{CLCL}}-100$ | | ns |
| H | $\overline{\text{WR}}$ Pulse Width | 400 | | $6t_{\text{CLCL}}-100$ | | ns |
| | $\overline{\text{RD}}$ Low to Valid Data In | | 252 | | $5t_{\text{CLCL}}-90$ | ns |
| C | Data Hold After $\overline{\text{RD}}$ | 0 | | 0 | | ns |
| E | Data Float After $\overline{\text{RD}}$ | | 97 | | $2t_{\text{CLCL}}-28$ | ns |
| | ALE Low to Valid Data In | | 517 | | $8t_{\text{CLCL}}-150$ | ns |
| | Address to Valid Data In | | 585 | | $9t_{\text{CLCL}}-165$ | ns |
| | ALE Low to $\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ Low | 200 | 300 | $3t_{\text{CLCL}}-50$ | $3t_{\text{CLCL}}+50$ | ns |
| | Address to $\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ Low | 203 | | $4t_{\text{CLCL}}-75$ | | ns |
| X | Data Valid to $\overline{\text{WR}}$ Transition | 23 | | $t_{\text{CLCL}}-20$ | | ns |
| H | Data Valid to $\overline{\text{WR}}$ High | 433 | | $7t_{\text{CLCL}}-120$ | | ns |
| X | Data Hold After $\overline{\text{WR}}$ | 33 | | $t_{\text{CLCL}}-20$ | | ns |
| | $\overline{\text{RD}}$ Low to Address Float | | 0 | | 0 | ns |
| H | $\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ High to ALE High | 43 | 123 | $t_{\text{CLCL}}-20$ | $t_{\text{CLCL}}+25$ | ns |

ernal Program Memory Read Cycle



ernal Data Memory Read Cycle



THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS
CHICAGO, ILL. 60607-7073

1997

1997

1997

1997

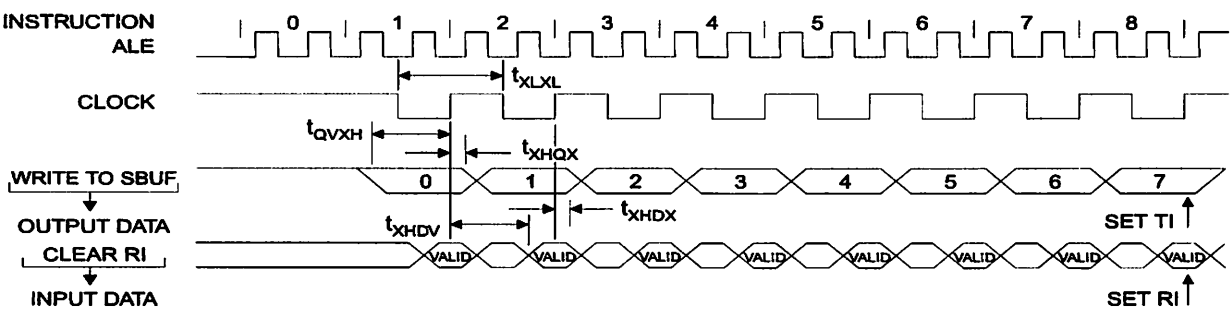
1997

Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

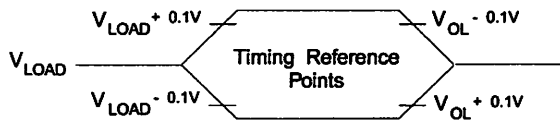
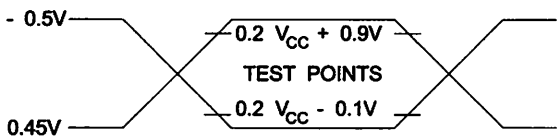
V_{CC} = 5.0 V ± 20%; Load Capacitance = 80 pF)

| Symbol | Parameter | 12 MHz Osc | | Variable Oscillator | | Units |
|----------------|--|------------|-----|--------------------------|--------------------------|-------|
| | | Min | Max | Min | Max | |
| | Serial Port Clock Cycle Time | 1.0 | | 12t _{CLCL} | | μs |
| t ₁ | Output Data Setup to Clock Rising Edge | 700 | | 10t _{CLCL} -133 | | ns |
| t ₂ | Output Data Hold After Clock Rising Edge | 50 | | 2t _{CLCL} -117 | | ns |
| t ₃ | Input Data Hold After Clock Rising Edge | 0 | | 0 | | ns |
| t ₄ | Clock Rising Edge to Input Data Valid | | 700 | | 10t _{CLCL} -133 | ns |

Shift Register Mode Timing Waveforms



Testing Input/Output Waveforms⁽¹⁾ Float Waveforms⁽¹⁾



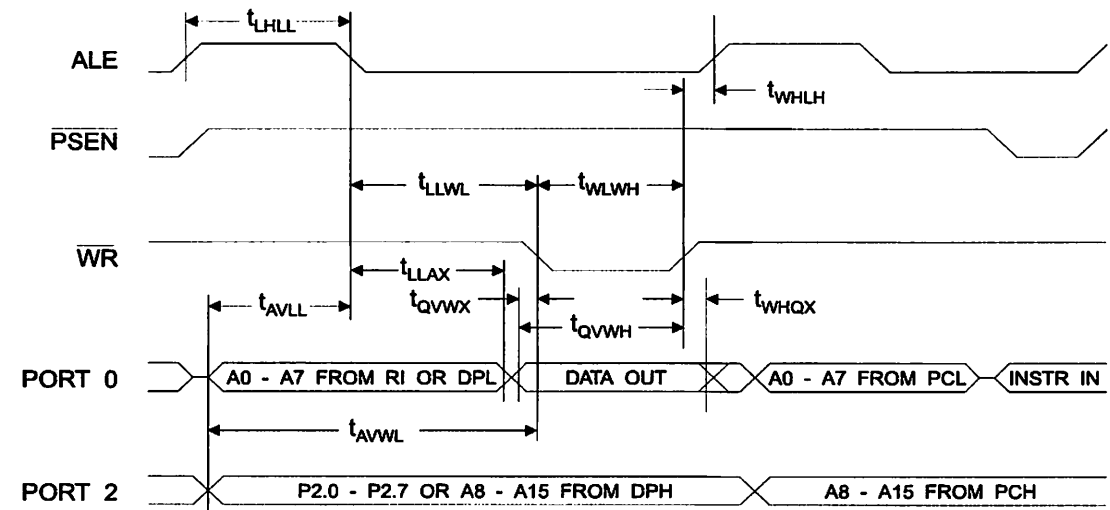
1. AC Inputs during testing are driven at V_{CC} - 0.5V for a logic 1 and 0.45V for a logic 0. Timing measurements are made at V_{IH} min. for a logic 1 and V_{IL} max. for a logic 0.

Note:

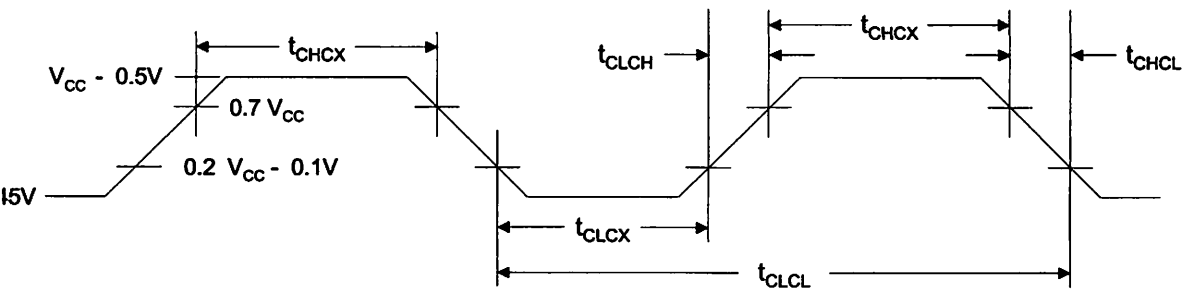
1. For timing purposes, a port pin is no longer floating when a 100 mV change from load voltage occurs. A port pin begins to float when 100 mV change from the loaded V_{OH}/V_{OL} level occurs.



External Data Memory Write Cycle



External Clock Drive Waveforms



External Clock Drive

| Parameter | Min | Max | Units |
|----------------------|------|-----|-------|
| Oscillator Frequency | 0 | 24 | MHz |
| Clock Period | 41.6 | | ns |
| High Time | 15 | | ns |
| Low Time | 15 | | ns |
| Rise Time | | 20 | ns |
| Fall Time | | 20 | ns |

+5V Powered Dual RS-232 Transmitter/Receiver

September 1993

Features

- Meets All RS-232C Specifications
- Requires Only Single +5V Power Supply
- Onboard Voltage Doubler/Inverter
- Low Power Consumption

2 Drivers

- ±9V Output Swing for +5V Input
- 300Ω Power-off Source Impedance
- Output Current Limiting
- TTL/CMOS Compatible
- 30V/μs Maximum Slew Rate

2 Receivers

- ±30V Input Voltage Range
- 3kΩ to 7kΩ Input Impedance
- 0.5V Hysteresis to Improve Noise Rejection

All Critical Parameters are Guaranteed Over the Entire Commercial, Industrial and Military Temperature Ranges

Applications

Any System Requiring RS-232 Communications Port

- Computer - Portable and Mainframe
- Peripheral - Printers and Terminals
- Portable Instrumentation
- Modems
- Dataloggers

Description

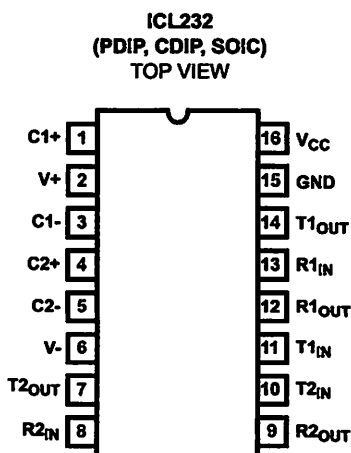
The ICL232 is a dual RS-232 transmitter/receiver interface circuit that meets all EIA RS-232C specifications. It requires a single +5V power supply, and features two onboard charge pump voltage converters which generate +10V and -10V supplies from the 5V supply.

The drivers feature true TTL/CMOS input compatibility, slew-rate-limited output, and 300Ω power-off source impedance. The receivers can handle up to +30V, and have a 3kΩ to 7kΩ input impedance. The receivers also have hysteresis to improve noise rejection.

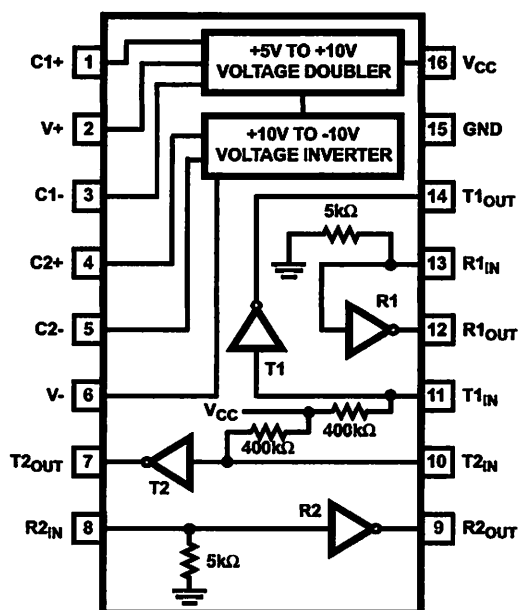
Ordering Information

| PART NUMBER | TEMPERATURE RANGE | PACKAGE |
|-------------|-------------------|---------------------|
| ICL232CPE | 0°C to +70°C | 16 Lead Plastic DIP |
| ICL232CJE | 0°C to +70°C | 16 Lead Ceramic DIP |
| ICL232CBE | 0°C to +70°C | 16 Lead SOIC (W) |
| ICL232IPE | -40°C to +85°C | 16 Lead Plastic DIP |
| ICL232IJE | -40°C to +85°C | 16 Lead Ceramic DIP |
| ICL232IBE | -40°C to +85°C | 16 Lead SOIC (W) |
| ICL232MJE | -55°C to +125°C | 16 Lead Ceramic DIP |

Pinouts



Functional Diagram



CAUTION: These devices are sensitive to electrostatic discharge. Users should follow proper I.C. Handling Procedures.

Copyright © Harris Corporation 1993

File Number 3020.2

Specifications ICL232

Absolute Maximum Ratings

| | |
|---------------------------------------|--|
| V _{CC} to Ground | (GND -0.3V) < V _{CC} < 6V |
| V ₊ to Ground | (V _{CC} -0.3V) < V ₊ < 12V |
| V ₋ to Ground | -12V < V ₋ < (GND +0.3V) |
| Input Voltages | |
| T _{1IN} , T _{2IN} | (V ₋ -0.3V) < V _{IN} < (V ₊ +0.3V) |
| R _{1IN} , R _{2IN} | ±30V |
| Output Voltages | |
| T _{1OUT} , T _{2OUT} | (V ₋ -0.3V) < V _{TXOUT} < (V ₊ +0.3V) |
| R _{1OUT} , R _{2OUT} | (GND -0.3V) < V _{RXOUT} < (V _{CC} +0.3V) |
| Short Circuit Duration | |
| T _{1OUT} , T _{2OUT} | Continuous |
| R _{1OUT} , R _{2OUT} | Continuous |
| Storage Temperature Range | -65°C to +150°C |
| Lead Temperature (Soldering 10s) | +300°C |

Thermal Information

| | | |
|-----------------------------|-----------------|-----------------|
| Thermal Resistance | θ _{JA} | θ _{JC} |
| Ceramic DIP Package | 80°C/W | 24°C/W |
| Plastic DIP Package | 100°C/W | - |
| SOIC Package | 100°C/W | - |
| Maximum Power Dissipation | 250mW | |
| Operating Temperature Range | | |
| ICL232C | 0°C to +70°C | |
| ICL232I | -40°C to +85°C | |
| ICL232M | -55°C to +125°C | |

CAUTION: Stresses above those listed in "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress only rating and operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied.

Electrical Specifications

Test Conditions: V_{CC} = +5V ±10%, T_A = Operating Temperature Range. Test Circuit as in Figure 8 Unless Otherwise Specified

| PARAMETER | TEST CONDITIONS | LIMITS | | | UNITS |
|--|--|--------|-----|-----|-------|
| | | MIN | TYP | MAX | |
| Transmitter Output Voltage Swing, T _{OUT} | T _{1OUT} and T _{2OUT} loaded with 3kΩ to Ground | ±5 | ±9 | ±10 | V |
| Power Supply Current, I _{CC} | Outputs Unloaded, T _A = +25°C | - | 5 | 10 | mA |
| T _{1IN} , Input Logic Low, V _{IL} | | - | - | 0.8 | V |
| T _{1IN} , Input Logic High, V _{IH} | | 2.0 | - | - | V |
| Logic Pullup Current, I _P | T _{1IN} , T _{2IN} = 0V | - | 15 | 200 | μA |
| RS-232 Input Voltage Range, V _{IN} | | -30 | - | +30 | V |
| Receiver Input Impedance, R _{IN} | V _{IN} = ±3V | 3.0 | 5.0 | 7.0 | kΩ |
| Receiver Input Low Threshold, V _{IN} (H-L) | V _{CC} = 5.0V, T _A = +25°C | 0.8 | 1.2 | - | V |
| Receiver Input High Threshold, V _{IN} (L-H) | V _{CC} = 5.0V, T _A = +25°C | - | 1.7 | 2.4 | V |
| Receiver Input Hysteresis, V _{HYST} | | 0.2 | 0.5 | 1.0 | V |
| TTL/CMOS Receiver Output Voltage Low, V _{OL} | I _{OUT} = 3.2mA | - | 0.1 | 0.4 | V |
| TTL/CMOS Receiver Output Voltage High, V _{OH} | I _{OUT} = -1.0mA | 3.5 | 4.6 | - | V |
| Propagation Delay, t _{PD} | RS-232 to TTL | - | 0.5 | - | μs |
| Instantaneous Slew Rate, SR | C _L = 10pF, R _L = 3kΩ, T _A = +25°C (Notes 1, 2) | - | - | 30 | V/μs |
| Transition Region Slew Rate, SR _T | R _L = 3kΩ, C _L = 2500pF Measured from +3V to -3V or -3V to +3V | - | 3 | - | V/μs |
| Output Resistance, R _{OUT} | V _{CC} = V ₊ = V ₋ = 0V, V _{OUT} = ±2V | 300 | - | - | Ω |
| RS-232 Output Short Circuit Current, I _{SC} | T _{1OUT} or T _{2OUT} shorted to GND | - | ±10 | - | mA |

NOTES:

1. Guaranteed by design.
2. See Figure 4 for definition.

Typical Performance Curves

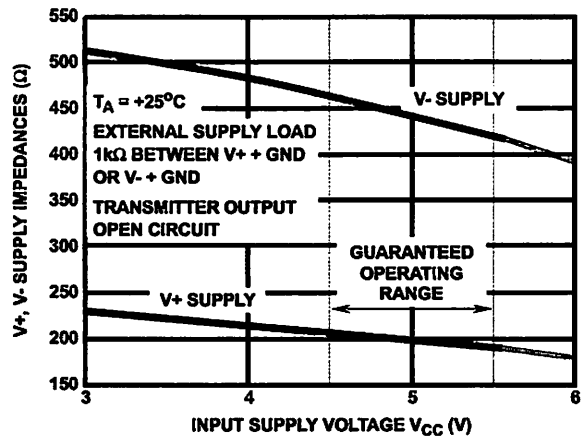


FIGURE 1. V+, V- OUTPUT IMPEDANCES vs V_{CC}

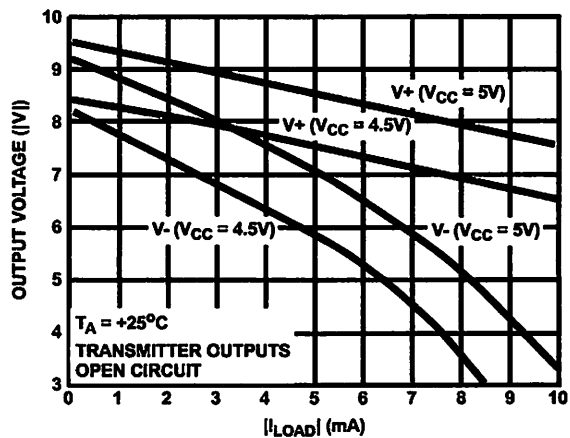


FIGURE 2. V+, V- OUTPUT VOLTAGES vs LOAD CURRENT

Pin Descriptions

| PLASTIC DIP,
CERAMIC DIP | SOIC | PIN
NAME | DESCRIPTION |
|-----------------------------|------|-------------------|--|
| 1 | 1 | C1+ | External capacitor "+" for internal voltage doubler. |
| 2 | 2 | V+ | Internally generated +10V (typical) supply. |
| 3 | 3 | C1- | External capacitor "-" for internal voltage doubler. |
| 4 | 4 | C2+ | External capacitor "+" internal voltage inverter. |
| 5 | 5 | C2- | External capacitor "-" internal voltage inverter. |
| 6 | 6 | V- | Internally generated -10V (typical) supply. |
| 7 | 7 | T2 _{OUT} | RS-232 Transmitter 2 output ±10V (typical). |
| 8 | 8 | R2 _{IN} | RS-232 Receiver 2 input, with internal 5K pulldown resistor to GND. |
| 9 | 9 | R2 _{OUT} | Receiver 2 TTL/CMOS output. |
| 10 | 10 | T2 _{IN} | Transmitter 2 TTL/CMOS input, with internal 400K pullup resistor to V_{CC} . |
| 11 | 11 | T1 _{IN} | Transmitter 1 TTL/CMOS input, with internal 400K pullup resistor to V_{CC} . |
| 12 | 12 | R1 _{OUT} | Receiver 1 TTL/CMOS output. |
| 13 | 13 | R1 _{IN} | RS-232 Receiver 1 input, with internal 5K pulldown resistor to GND. |
| 14 | 14 | T1 _{OUT} | RS-232 Transmitter 1 output ±10V (typical). |
| 15 | 15 | GND | Supply Ground. |
| 16 | 16 | VCC | Positive Power Supply +5V ±10% |

Detailed Description

The ICL232 is a dual RS-232 transmitter/receiver powered by a single +5V power supply which meets all EIA RS232C specifications and features low power consumption. The functional diagram illustrates the major elements of the ICL232. The circuit is divided into three sections: a voltage doubler/inverter, dual transmitters, and dual receivers.

Voltage Converter

An equivalent circuit of the dual charge pump is illustrated in Figure 3.

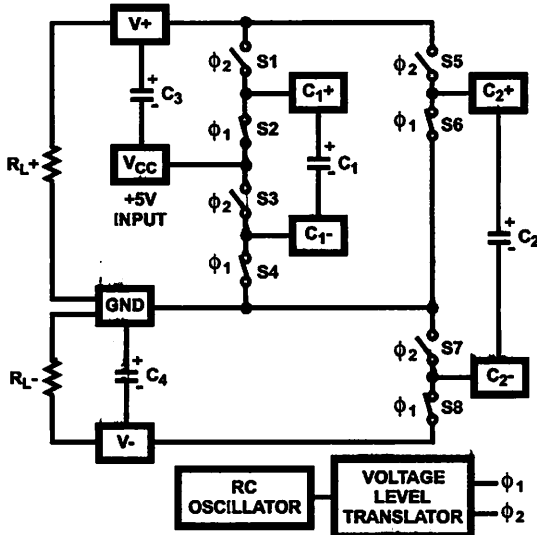


FIGURE 3. DUAL CHARGE PUMP

The voltage quadrupler contains two charge pumps which use two phases of an internally generated clock to generate +10V and -10V. The nominal clock frequency is 16kHz. During phase one of the clock, capacitor C1 is charged to V_{CC} . During phase two, the voltage on C1 is added to V_{CC} , producing a signal across C2 equal to twice V_{CC} . At the same time, C3 is also charged to $2V_{CC}$, and then during phase one, it is inverted with respect to ground to produce a signal across C4 equal to $-2V_{CC}$. The voltage converter accepts input voltages up to 5.5V. The output impedance of the doubler ($V+$) is approximately 200Ω , and the output impedance of the inverter ($V-$) is approximately 450Ω . Typical graphs are presented which show the voltage converters output vs input voltage and output voltages vs load characteristics. The test circuit (Figure 8) uses $1\mu F$ capacitors for C1-C4, however, the value is not critical. Increasing the values of C1 and C2 will lower the output impedance of the voltage doubler and inverter, and increasing the values of the reservoir capacitors, C3 and C4, lowers the ripple on the $V+$ and $V-$ supplies.

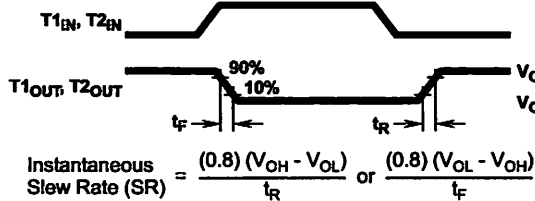


FIGURE 4. SLEW RATE DEFINITION

Transmitters

The transmitters are TTL/CMOS compatible inverters which translate the inputs to RS-232 outputs. The input logic threshold is about 26% of V_{CC} , or 1.3V for $V_{CC} = 5V$. A logic 1 at the input results in a voltage of between -5V and $V-$ at the output, and a logic 0 results in a voltage between +5V and $(V+ - 0.6V)$. Each transmitter input has an internal $400k\Omega$ pullup resistor so any unused input can be left unconnected and its output remains in its low state. The output voltage swing meets the RS-232C specification of $\pm 5V$ minimum with the worst case conditions of: both transmitters driving $3k\Omega$ minimum load impedance, $V_{CC} = 4.5V$, and maximum allowable operating temperature. The transmitters have an internally limited output slew rate which is less than $30V/\mu s$. The outputs are short circuit protected and can be shorted to ground indefinitely. The powered down output impedance is a minimum of 300Ω with $\pm 2V$ applied to the outputs and $V_{CC} = 0V$.

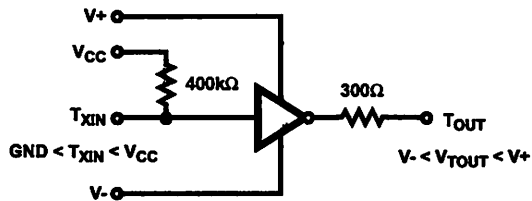


FIGURE 5. TRANSMITTER

Receivers

The receiver inputs accept up to $\pm 30V$ while presenting the required $3k\Omega$ to $7k\Omega$ input impedance even if the power is off ($V_{CC} = 0V$). The receivers have a typical input threshold of 1.3V which is within the $\pm 3V$ limits, known as the transition region, of the RS-232 specification. The receiver output is 0V to V_{CC} . The output will be low whenever the input is greater than 2.4V and high whenever the input is floating or driven between +0.8V and -30V. The receivers feature 0.5V hysteresis to improve noise rejection.

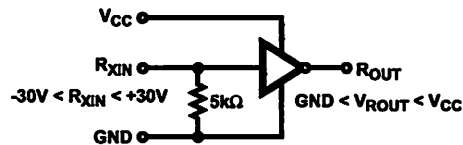


FIGURE 6. RECEIVER

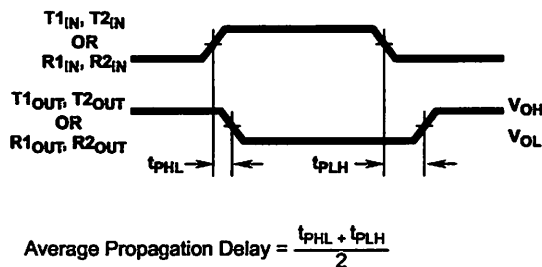


FIGURE 7. PROPAGATION DELAY DEFINITION

[illegible]

1. The first of these is the fact that the United States has a large and growing population of people who are not citizens of the United States. This is a result of the large number of immigrants who have come to the United States in recent years, and the fact that many of these immigrants are not naturalized citizens.

Test Circuits

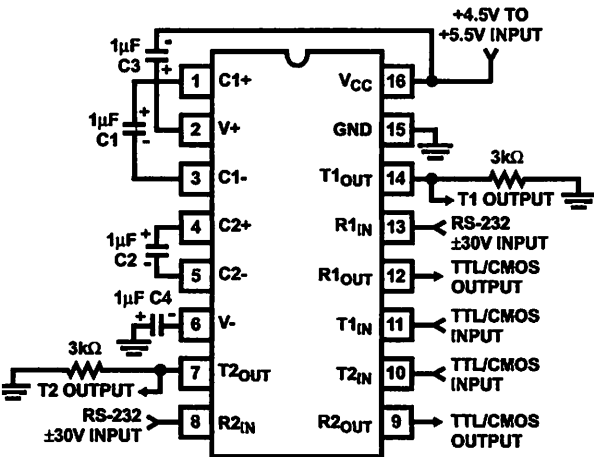


FIGURE 8. GENERAL TEST CIRCUIT

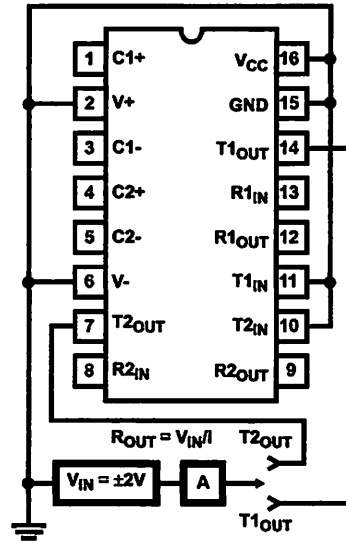


FIGURE 9. POWER-OFF SOURCE RESISTANCE CONFIGURATION

Applications

The ICL232 may be used for all RS-232 data terminal and communication links. It is particularly useful in applications where $\pm 12\text{V}$ power supplies are not available for conventional RS-232 interface circuits. The applications presented represent typical interface configurations.

A simple duplex RS-232 port with CTS/RTS handshaking is illustrated in Figure 10. Fixed output signals such as DTR (data terminal ready) and DSRs (data signaling rate select) is generated by driving them through a 5k Ω resistor connected to V+.

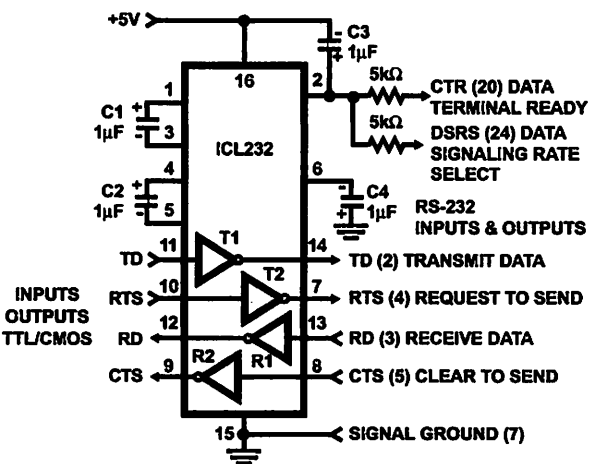


FIGURE 10. SIMPLE DUPLEX RS-232 PORT WITH CTS/RTS HANDSHAKING

In applications requiring four RS-232 inputs and outputs (Figure 11), note that each circuit requires two charge pump capacitors (C1 and C2) but can share common reservoir

capacitors (C3 and C4). The benefit of sharing common reservoir capacitors is the elimination of two capacitors and the reduction of the charge pump source impedance which effectively increases the output swing of the transmitters.

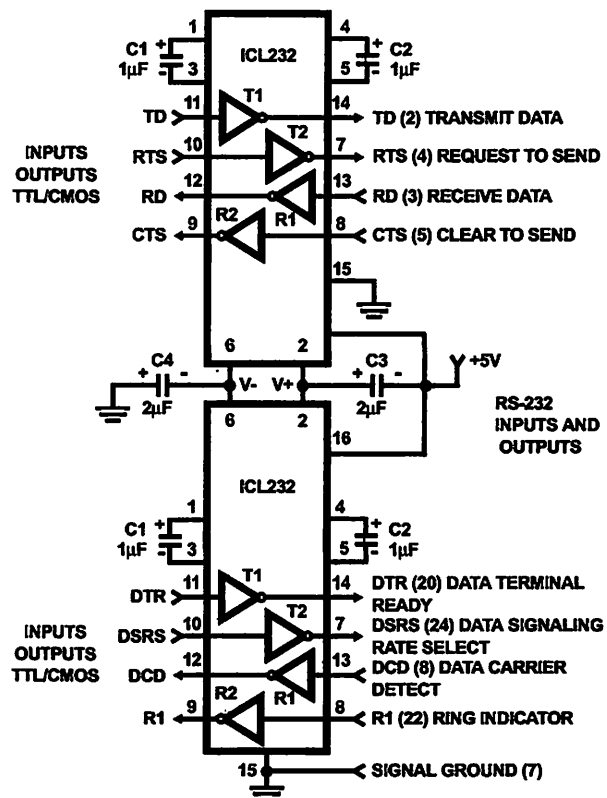


FIGURE 11. COMBINING TWO ICL232s FOR 4 PAIRS OF RS-232 INPUTS AND OUTPUTS

1



Low-Power, Slew-Rate-Limited
RS-485/RS-422 Transceivers

General Description

The MAX481, MAX483, MAX485, MAX487-MAX491, and MAX1487 are low-power transceivers for RS-485 and RS-422 communication. Each part contains one driver and one receiver. The MAX483, MAX487, MAX488, and MAX489 feature reduced slew-rate drivers that minimize EMI and reduce reflections caused by improperly terminated cables, thus allowing error-free data transmission up to 250kbps. The driver slew rates of the MAX481, MAX485, MAX490, MAX491, and MAX1487 are not limited, allowing them to transmit up to 2.5Mbps.

These transceivers draw between 120µA and 500µA of supply current when unloaded or fully loaded with disabled receivers. Additionally, the MAX481, MAX483, and MAX487 have a low-current shutdown mode in which they consume only 0.1µA. All parts operate from a single 5V supply.

Transceivers are short-circuit current limited and are protected against excessive power dissipation by thermal shutdown circuitry that places the driver outputs into a high-impedance state. The receiver input has a fail-safe feature that guarantees a logic-high output if the input is open circuit.

The MAX487 and MAX1487 feature quarter-unit-load receiver input impedance, allowing up to 128 MAX487/MAX1487 transceivers on the bus. Full-duplex communications are obtained using the MAX488-MAX491, while the MAX481, MAX483, MAX485, MAX487, and MAX1487 are designed for half-duplex applications.

Applications

- Low-Power RS-485 Transceivers
- Low-Power RS-422 Transceivers
- Level Translators
- Transceivers for EMI-Sensitive Applications
- Industrial-Control Local Area Networks

Features

- ◆ In µMAX Package: Smallest 8-Pin SO
- ◆ Slew-Rate Limited for Error-Free Data Transmission (MAX483/487/488/489)
- ◆ 0.1µA Low-Current Shutdown Mode (MAX481/483/487)
- ◆ Low Quiescent Current:
120µA (MAX483/487/488/489)
230µA (MAX1487)
300µA (MAX481/485/490/491)
- ◆ -7V to +12V Common-Mode Input Voltage Range
- ◆ Three-State Outputs
- ◆ 30ns Propagation Delays, 5ns Skew (MAX481/485/490/491/1487)
- ◆ Full-Duplex and Half-Duplex Versions Available
- ◆ Operate from a Single 5V Supply
- ◆ Allows up to 128 Transceivers on the Bus (MAX487/MAX1487)
- ◆ Current-Limiting and Thermal Shutdown for Driver Overload Protection

Ordering Information

| PART | TEMP. RANGE | PIN-PACKAGE |
|-----------|--------------|---------------|
| MAX481CPA | 0°C to +70°C | 8 Plastic DIP |
| MAX481CSA | 0°C to +70°C | 8 SO |
| MAX481CUA | 0°C to +70°C | 8 µMAX |
| MAX481C/D | 0°C to +70°C | Dice* |

Ordering Information continued at end of data sheet.

* Contact factory for dice specifications.

Selection Table

| PART NUMBER | HALF/FULL DUPLEX | DATA RATE (Mbps) | SLEW-RATE LIMITED | LOW-POWER SHUTDOWN | RECEIVER/ DRIVER ENABLE | QUIESCENT CURRENT (µA) | NUMBER OF TRANSMITTERS ON BUS | PIN COUNT |
|-------------|------------------|------------------|-------------------|--------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------|-----------|
| MAX481 | Half | 2.5 | No | Yes | Yes | 300 | 32 | 8 |
| MAX483 | Half | 0.25 | Yes | Yes | Yes | 120 | 32 | 8 |
| MAX485 | Half | 2.5 | No | No | Yes | 300 | 32 | 8 |
| MAX487 | Half | 0.25 | Yes | Yes | Yes | 120 | 128 | 8 |
| MAX488 | Full | 0.25 | Yes | No | No | 120 | 32 | 8 |
| MAX489 | Full | 0.25 | Yes | No | Yes | 120 | 32 | 14 |
| MAX490 | Full | 2.5 | No | No | No | 300 | 32 | 8 |
| MAX491 | Full | 2.5 | No | No | Yes | 300 | 32 | 14 |
| MAX1487 | Half | 2.5 | No | No | Yes | 230 | 128 | 8 |



Maxim Integrated Products 1

For free samples & the latest literature: <http://www.maxim-ic.com>, or phone 1-800-998-8800

MAX481/MAX483/MAX485/MAX487-MAX491/MAX1487

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltage (V_{CC}) 12V
Control Input Voltage (\overline{RE} , \overline{DE}) -0.5V to (V_{CC} + 0.5V)
Driver Input Voltage (DI) -0.5V to (V_{CC} + 0.5V)
Driver Output Voltage (A , B) -8V to +12.5V
Receiver Input Voltage (A , B) -8V to +12.5V
Receiver Output Voltage (RO) -0.5V to (V_{CC} + 0.5V)
Continuous Power Dissipation (T_A = +70°C)
14-Pin Plastic DIP (derate 9.09mW/°C above +70°C) 727mW
4-Pin Plastic DIP (derate 10.00mW/°C above +70°C) .. 800mW
14-Pin SO (derate 5.88mW/°C above +70°C) 471mW

14-Pin SO (derate 8.33mW/°C above +70°C) 667mW
8-Pin μ MAX (derate 4.1mW/°C above +70°C) 830mW
8-Pin Cerdip (derate 8.00mW/°C above +70°C) 640mW
14-Pin Cerdip (derate 9.09mW/°C above +70°C) 727mW
Operating Temperature Ranges
MAX4_ $\underline{\hspace{0.1cm}}$ C_/MAX1487C_ $\underline{\hspace{0.1cm}}$ A 0°C to +70°C
MAX4_ $\underline{\hspace{0.1cm}}$ E_/MAX1487E_ $\underline{\hspace{0.1cm}}$ A -40°C to +85°C
MAX4_ $\underline{\hspace{0.1cm}}$ MJ_/MAX1487MJA -55°C to +125°C
Storage Temperature Range -65°C to +160°C
Lead Temperature (soldering, 10sec) +300°C

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

V_{CC} = 5V \pm 5%, T_A = T_{MIN} to T_{MAX} , unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

| PARAMETER | SYMBOL | CONDITIONS | | MIN | TYP | MAX | UNITS |
|---|-----------------|--|----------------|------|-----|---------|------------|
| Differential Driver Output (no load) | V_{OD1} | | | | | 5 | V |
| Differential Driver Output (with load) | V_{OD2} | R = 50 Ω (RS-422) | | 2 | | | V |
| | | R = 27 Ω (RS-485), Figure 4 | | 1.5 | | 5 | |
| Change in Magnitude of Driver Differential Output Voltage for Complementary Output States | ΔV_{OD} | R = 27 Ω or 50 Ω , Figure 4 | | | | 0.2 | V |
| Driver Common-Mode Output Voltage | V_{OC} | R = 27 Ω or 50 Ω , Figure 4 | | | | 3 | V |
| Change in Magnitude of Driver Common-Mode Output Voltage for Complementary Output States | ΔV_{OD} | R = 27 Ω or 50 Ω , Figure 4 | | | | 0.2 | V |
| Input High Voltage | V_{IH} | DE, DI, \overline{RE} | | 2.0 | | | V |
| Input Low Voltage | V_{IL} | DE, DI, \overline{RE} | | | | 0.8 | V |
| Input Current | I_{IN1} | DE, DI, \overline{RE} | | | | ± 2 | μ A |
| Input Current (A, B) | I_{IN2} | DE = 0V; V_{CC} = 0V or 5.25V, all devices except MAX487/MAX1487 | V_{IN} = 12V | | | 1.0 | mA |
| | | | V_{IN} = -7V | | | -0.8 | |
| | | MAX487/MAX1487, DE = 0V, V_{CC} = 0V or 5.25V | V_{IN} = 12V | | | 0.25 | mA |
| | | | V_{IN} = -7V | | | -0.2 | |
| Receiver Differential Threshold Voltage | V_{TH} | $-7V \leq V_{CM} \leq 12V$ | | -0.2 | | 0.2 | V |
| Receiver Input Hysteresis | ΔV_{TH} | V_{CM} = 0V | | | 70 | | mV |
| Receiver Output High Voltage | V_{OH} | I_O = -4mA, V_{ID} = 200mV | | 3.5 | | | V |
| Receiver Output Low Voltage | V_{OL} | I_O = 4mA, V_{ID} = -200mV | | | | 0.4 | V |
| Three-State (high impedance) Output Current at Receiver | I_{OZR} | $0.4V \leq V_O \leq 2.4V$ | | | | ± 1 | μ A |
| Receiver Input Resistance | R_{IN} | $-7V \leq V_{CM} \leq 12V$, all devices except MAX487/MAX1487 | | 12 | | | k Ω |
| | | $-7V \leq V_{CM} \leq 12V$, MAX487/MAX1487 | | 48 | | | k Ω |

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

V_{CC} = 5V ±5%, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

| PARAMETER | SYMBOL | CONDITIONS | MIN | TYP | MAX | UNITS |
|--|-------------------|---|----------------------|-----|-----|-------|
| No-Load Supply Current
(Note 3) | I _{CC} | MAX488/MAX489,
DE, DI, \overline{RE} = 0V or V _{CC} | | 120 | 250 | μA |
| | | MAX490/MAX491,
DE, DI, \overline{RE} = 0V or V _{CC} | | 300 | 500 | |
| | | MAX481/MAX485,
\overline{RE} = 0V or V _{CC} | DE = V _{CC} | 500 | 900 | |
| | | | DE = 0V | 300 | 500 | |
| | | MAX1487,
\overline{RE} = 0V or V _{CC} | DE = V _{CC} | 300 | 500 | |
| | | | DE = 0V | 230 | 400 | |
| | | MAX483/MAX487,
\overline{RE} = 0V or V _{CC} | DE = 5V MAX483 | 350 | 650 | |
| | | | DE = 0V MAX487 | 250 | 400 | |
| Supply Current in Shutdown | I _{SHDN} | MAX481/483/487, DE = 0V, \overline{RE} = V _{CC} | | 0.1 | 10 | μA |
| Driver Short-Circuit Current,
V _O = High | I _{OSD1} | -7V ≤ V _O ≤ 12V (Note 4) | 35 | | 250 | mA |
| Driver Short-Circuit Current,
V _O = Low | I _{OSD2} | -7V ≤ V _O ≤ 12V (Note 4) | 35 | | 250 | mA |
| Receiver Short-Circuit Current | I _{OSR} | 0V ≤ V _O ≤ V _{CC} | 7 | | 95 | mA |

SWITCHING CHARACTERISTICS—MAX481/MAX485, MAX490/MAX491, MAX1487

V_{CC} = 5V ±5%, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

| PARAMETER | SYMBOL | CONDITIONS | | MIN | TYP | MAX | UNITS |
|---------------------------------|------------|--|-------------------------|-----|-----|-----|-------|
| Driver Input to Output | tPLH | Figures 6 and 8, RDIFF = 54Ω,
CL1 = CL2 = 100pF | | 10 | 30 | 60 | ns |
| | tPHL | | | 10 | 30 | 60 | |
| Driver Output Skew to Output | tSKEW | Figures 6 and 8, RDIFF = 54Ω, CL1 = CL2 = 100pF | | | 5 | 10 | ns |
| Driver Rise or Fall Time | tr, tf | Figures 6 and 8,
RDIFF = 54Ω,
CL1 = CL2 = 100pF | MAX481, MAX485, MAX1487 | 3 | 15 | 40 | ns |
| | | | MAX490C/E, MAX491C/E | 5 | 15 | 25 | |
| | | | MAX490M, MAX491M | 3 | 15 | 40 | |
| Driver Enable to Output High | tZH | Figures 7 and 9, CL = 100pF, S2 closed | | | 40 | 70 | ns |
| Driver Enable to Output Low | tZL | Figures 7 and 9, CL = 100pF, S1 closed | | | 40 | 70 | ns |
| Driver Disable Time from Low | tLZ | Figures 7 and 9, CL = 15pF, S1 closed | | | 40 | 70 | ns |
| Driver Disable Time from High | tHZ | Figures 7 and 9, CL = 15pF, S2 closed | | | 40 | 70 | ns |
| Receiver Input to Output | tPLH, tPHL | Figures 6 and 10,
RDIFF = 54Ω,
CL1 = CL2 = 100pF | MAX481, MAX485, MAX1487 | 20 | 90 | 200 | ns |
| | | | MAX490C/E, MAX491C/E | 20 | 90 | 150 | |
| | | | MAX490M, MAX491M | 20 | 90 | 200 | |
| Differential Receiver Skew | tSKD | Figures 6 and 10, RDIFF = 54Ω,
CL1 = CL2 = 100pF | | | 13 | | ns |
| Receiver Enable to Output Low | tZL | Figures 5 and 11, CRL = 15pF, S1 closed | | | 20 | 50 | ns |
| Receiver Enable to Output High | tZH | Figures 5 and 11, CRL = 15pF, S2 closed | | | 20 | 50 | ns |
| Receiver Disable Time from Low | tLZ | Figures 5 and 11, CRL = 15pF, S1 closed | | | 20 | 50 | ns |
| Receiver Disable Time from High | tHZ | Figures 5 and 11, CRL = 15pF, S2 closed | | | 20 | 50 | ns |
| Maximum Data Rate | fMAX | | | 2.5 | | | Mbps |
| Time to Shutdown | tSHDN | MAX481 (Note 5) | | 50 | 200 | 600 | ns |

MAX481/MAX483/MAX485/MAX487-MAX491/MAX1487

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

MATCHING CHARACTERISTICS—MAX481/MAX485, MAX490/MAX491, MAX1487 (continued)
V_{CC} = 5V ±5%, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

| PARAMETER | SYMBOL | CONDITIONS | MIN | TYP | MAX | UNITS |
|---|------------------------|--|-----|-----|------|-------|
| Driver Enable from Shutdown to Output High (MAX481) | t _{ZH} (SHDN) | Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S2 closed | | 40 | 100 | ns |
| Driver Enable from Shutdown to Output Low (MAX481) | t _{ZL} (SHDN) | Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S1 closed | | 40 | 100 | ns |
| Receiver Enable from Shutdown to Output High (MAX481) | t _{ZH} (SHDN) | Figures 5 and 11, C _L = 15pF, S2 closed, A - B = 2V | | 300 | 1000 | ns |
| Receiver Enable from Shutdown to Output Low (MAX481) | t _{ZL} (SHDN) | Figures 5 and 11, C _L = 15pF, S1 closed, B - A = 2V | | 300 | 1000 | ns |

MATCHING CHARACTERISTICS—MAX483, MAX487/MAX488/MAX489
V_{CC} = 5V ±5%, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

| PARAMETER | SYMBOL | CONDITIONS | MIN | TYP | MAX | UNITS |
|--|---------------------------------|--|-----|-----|------|-------|
| Driver Input to Output | t _{PLH} | Figures 6 and 8, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF | 250 | 800 | 2000 | ns |
| | t _{PHL} | | 250 | 800 | 2000 | |
| Driver Output Skew to Output | t _{SKEW} | Figures 6 and 8, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF | | 100 | 800 | ns |
| Driver Rise or Fall Time | t _R , t _F | Figures 6 and 8, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF | 250 | | 2000 | ns |
| Driver Enable to Output High | t _{ZH} | Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S2 closed | 250 | | 2000 | ns |
| Driver Enable to Output Low | t _{ZL} | Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S1 closed | 250 | | 2000 | ns |
| Driver Disable Time from Low | t _{LZ} | Figures 7 and 9, C _L = 15pF, S1 closed | 300 | | 3000 | ns |
| Driver Disable Time from High | t _{HZ} | Figures 7 and 9, C _L = 15pF, S2 closed | 300 | | 3000 | ns |
| Receiver Input to Output | t _{PLH} | Figures 6 and 10, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF | 250 | | 2000 | ns |
| | t _{PHL} | | 250 | | 2000 | |
| t _{PLH} - t _{PHL} Differential Receiver Skew | t _{SKD} | Figures 6 and 10, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF | | 100 | | ns |
| Receiver Enable to Output Low | t _{ZL} | Figures 5 and 11, C _R _L = 15pF, S1 closed | | 20 | 50 | ns |
| Receiver Enable to Output High | t _{ZH} | Figures 5 and 11, C _R _L = 15pF, S2 closed | | 20 | 50 | ns |
| Receiver Disable Time from Low | t _{LZ} | Figures 5 and 11, C _R _L = 15pF, S1 closed | | 20 | 50 | ns |
| Receiver Disable Time from High | t _{HZ} | Figures 5 and 11, C _R _L = 15pF, S2 closed | | 20 | 50 | ns |
| Maximum Data Rate | f _{MAX} | t _{PLH} , t _{PHL} < 50% of data period | 250 | | | kbps |
| Time to Shutdown | t _{SHDN} | MAX483/MAX487 (Note 5) | 50 | 200 | 600 | ns |
| Driver Enable from Shutdown to Output High | t _{ZH} (SHDN) | MAX483/MAX487, Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S2 closed | | | 2000 | ns |
| Driver Enable from Shutdown to Output Low | t _{ZL} (SHDN) | MAX483/MAX487, Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S1 closed | | | 2000 | ns |
| Receiver Enable from Shutdown to Output High | t _{ZH} (SHDN) | MAX483/MAX487, Figures 5 and 11, C _L = 15pF, S2 closed | | | 2500 | ns |
| Receiver Enable from Shutdown to Output Low | t _{ZL} (SHDN) | MAX483/MAX487, Figures 5 and 11, C _L = 15pF, S1 closed | | | 2500 | ns |

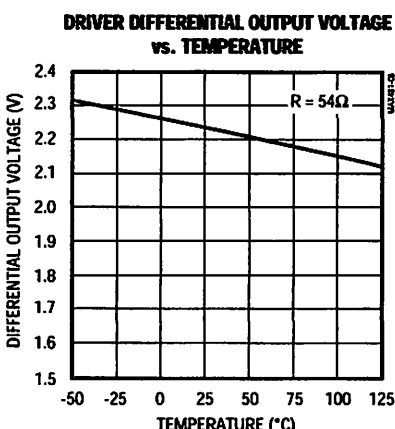
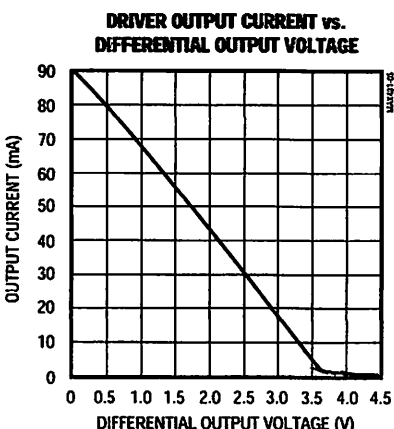
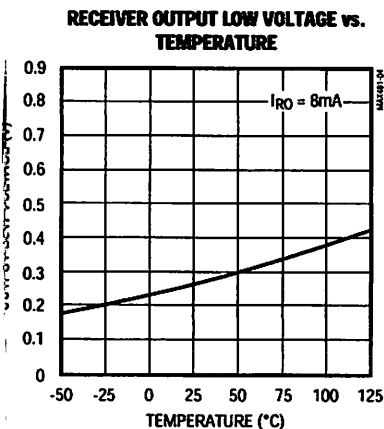
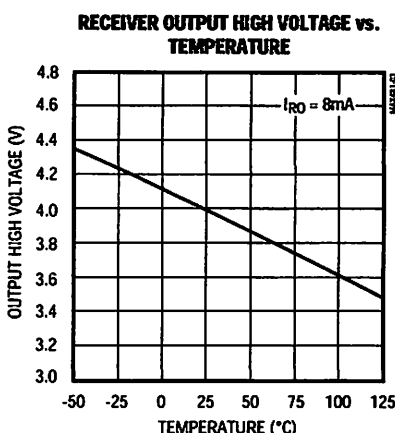
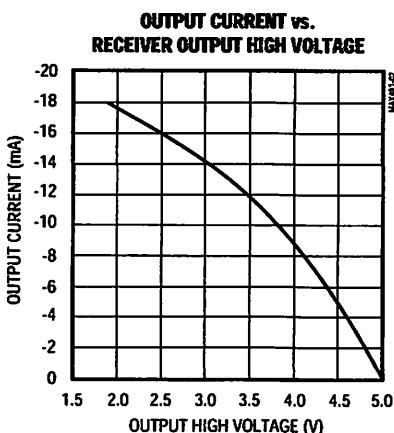
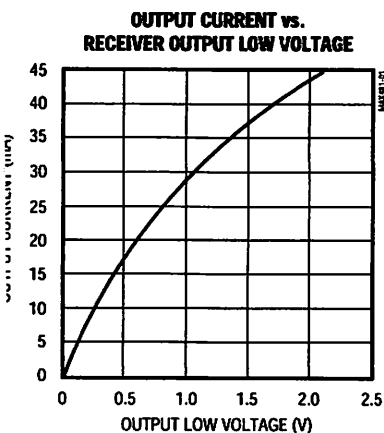
Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

NOTES FOR ELECTRICAL/SWITCHING CHARACTERISTICS

- note 1:** All currents into device pins are positive; all currents out of device pins are negative. All voltages are referenced to device ground unless otherwise specified.
- note 2:** All typical specifications are given for $V_{CC} = 5V$ and $T_A = +25^{\circ}C$.
- note 3:** Supply current specification is valid for loaded transmitters when $DE = 0V$.
- note 4:** Applies to peak current. See *Typical Operating Characteristics*.
- note 5:** The MAX481/MAX483/MAX487 are put into shutdown by bringing \overline{RE} high and DE low. If the inputs are in this state for less than 50ns, the parts are guaranteed not to enter shutdown. If the inputs are in this state for at least 600ns, the parts are guaranteed to have entered shutdown. See *Low-Power Shutdown Mode* section.

Typical Operating Characteristics

$V_{CC} = 5V$, $T_A = +25^{\circ}C$, unless otherwise noted.)

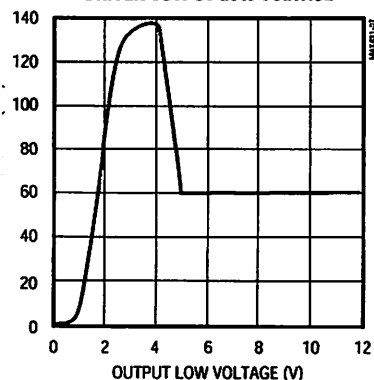


Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

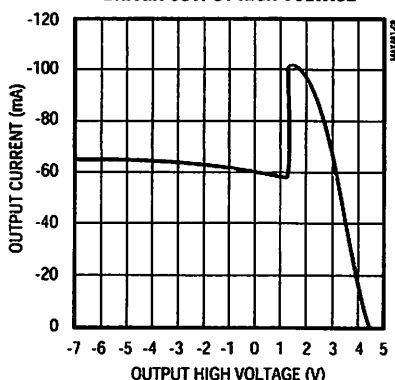
Typical Operating Characteristics (continued)

$V_{CC} = 5V$, $T_A = +25^{\circ}C$, unless otherwise noted.)

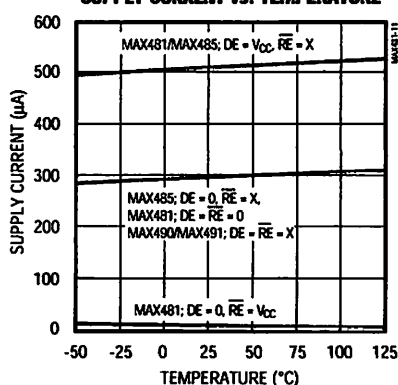
OUTPUT CURRENT vs.
DRIVER OUTPUT LOW VOLTAGE



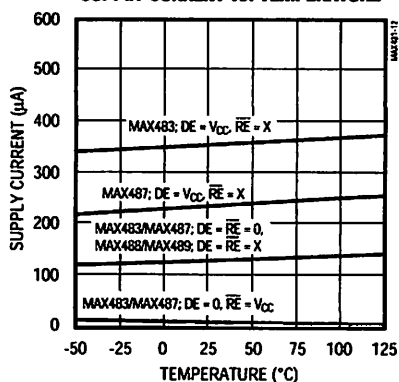
OUTPUT CURRENT vs.
DRIVER OUTPUT HIGH VOLTAGE



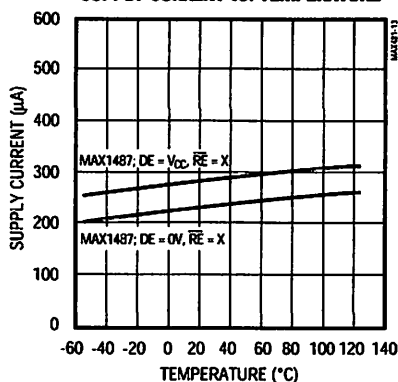
MAX481/MAX485/MAX490/MAX491
SUPPLY CURRENT vs. TEMPERATURE



MAX483/MAX487-MAX489
SUPPLY CURRENT vs. TEMPERATURE



MAX1487
SUPPLY CURRENT vs. TEMPERATURE



Low-Power, Slew-Rate-Limited
RS-485/RS-422 Transceivers

Pin Description

| PIN | | | | | NAME | FUNCTION |
|---|------|-------------------|------|-------------------|------|---|
| MAX481/MAX483/
MAX485/MAX487/
MAX1487 | | MAX488/
MAX490 | | MAX489/
MAX491 | | |
| DIP/SO | μMAX | DIP/SO | μMAX | DIP/SO | | |
| 1 | 3 | 2 | 4 | 2 | RO | Receiver Output: If A > B by 200mV, RO will be high; If A < B by 200mV, RO will be low. |
| 2 | 4 | — | — | 3 | RE | Receiver Output Enable. RO is enabled when RE is low; RO is high impedance when RE is high. |
| 3 | 5 | — | — | 4 | DE | Driver Output Enable. The driver outputs, Y and Z, are enabled by bringing DE high. They are high impedance when DE is low. If the driver outputs are enabled, the parts function as line drivers. While they are high impedance, they function as line receivers if RE is low. |
| 4 | 6 | 3 | 5 | 5 | DI | Driver Input. A low on DI forces output Y low and output Z high. Similarly, a high on DI forces output Y high and output Z low. |
| 5 | 7 | 4 | 6 | 6, 7 | GND | Ground |
| — | — | 5 | 7 | 9 | Y | Noninverting Driver Output |
| — | — | 6 | 8 | 10 | Z | Inverting Driver Output |
| 6 | 8 | — | — | — | A | Noninverting Receiver Input and Noninverting Driver Output |
| — | — | 8 | 2 | 12 | A | Noninverting Receiver Input |
| 7 | 1 | — | — | — | B | Inverting Receiver Input and Inverting Driver Output |
| — | — | 7 | 1 | 11 | B | Inverting Receiver Input |
| 8 | 2 | 1 | 3 | 14 | VCC | Positive Supply: 4.75V ≤ VCC ≤ 5.25V |
| — | — | — | — | 1, 8, 13 | N.C. | No Connect—not internally connected |

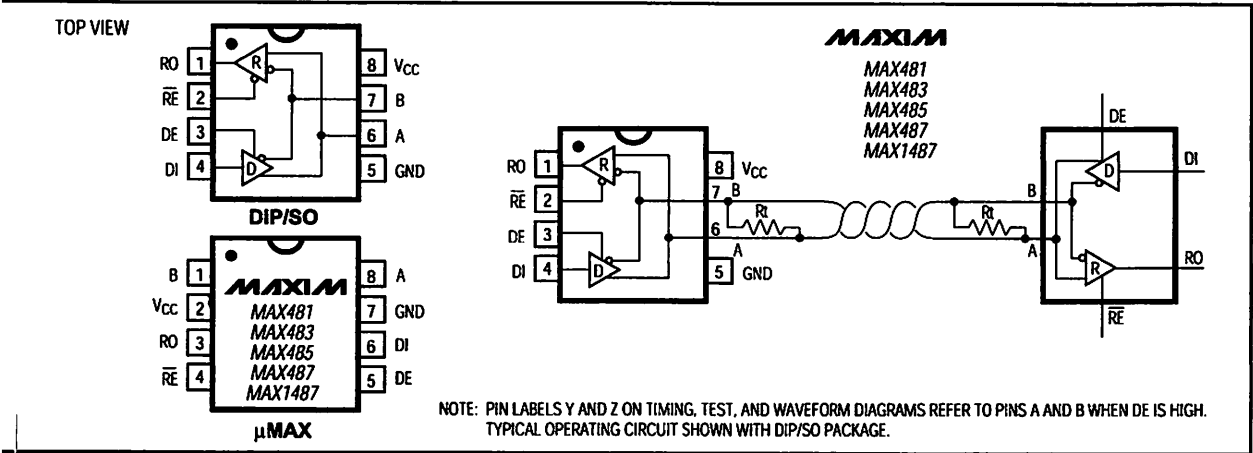


Figure 1. MAX481/MAX483/MAX485/MAX487/MAX1487 Pin Configuration and Typical Operating Circuit

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

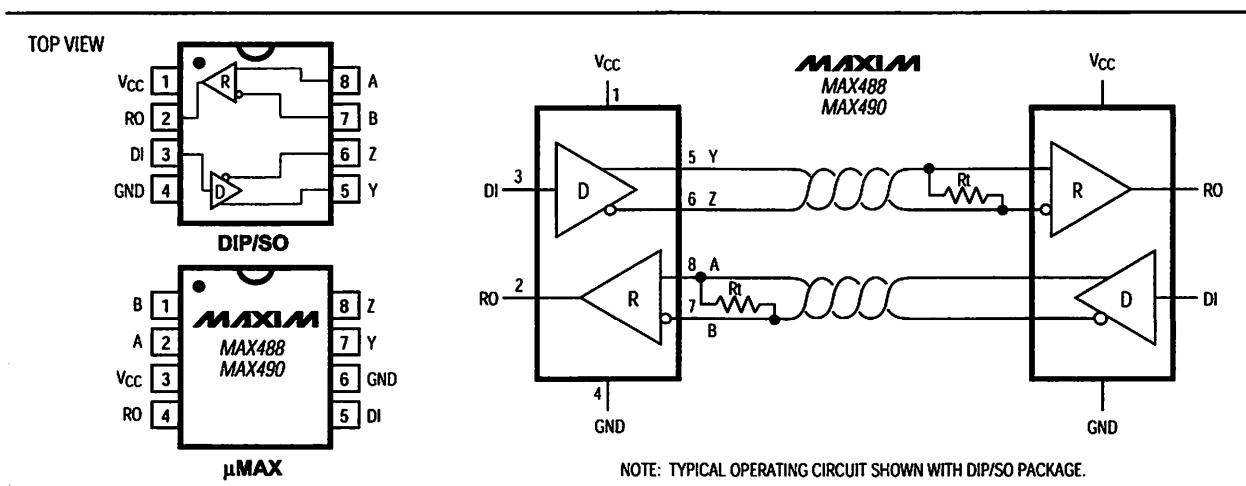


Figure 2. MAX488/MAX490 Pin Configuration and Typical Operating Circuit

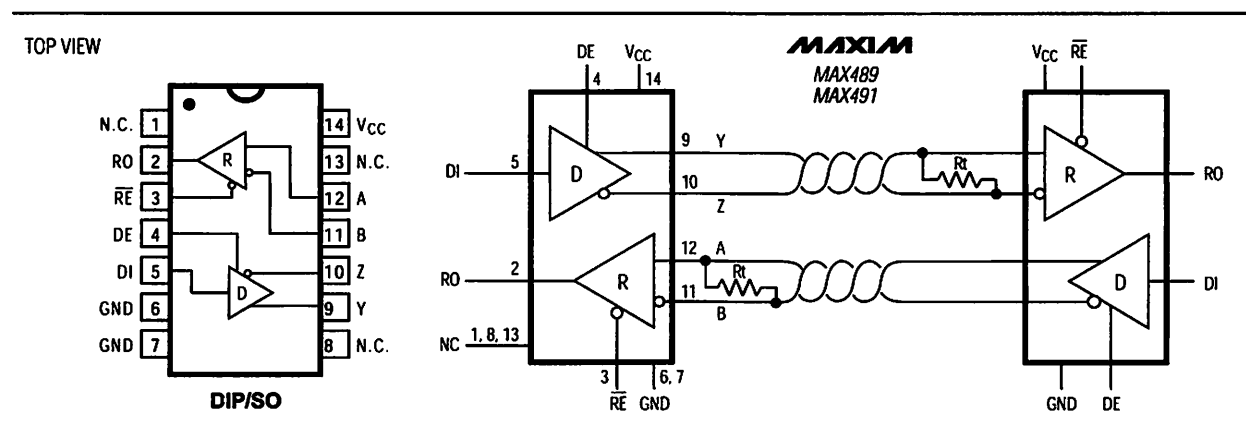


Figure 3. MAX489/MAX491 Pin Configuration and Typical Operating Circuit

Applications Information

The MAX481/MAX483/MAX485/MAX487-MAX491 and MAX1487 are low-power transceivers for RS-485 and RS-422 communications. The MAX481, MAX485, MAX490, MAX491, and MAX1487 can transmit and receive at data rates up to 2.5Mbps, while the MAX483, MAX487, MAX488, and MAX489 are specified for data rates up to 500kbps. The MAX488-MAX491 are full-duplex transceivers while the MAX481, MAX483, MAX485, MAX487, and MAX1487 are half-duplex. In addition, Driver Enable (DE) and Receiver Enable (RE) pins are included on the MAX481, MAX483, MAX485, MAX487, MAX489, MAX491, and MAX1487. When disabled, the driver and receiver outputs are high impedance.

MAX487/MAX1487: 128 Transceivers on the Bus

The 48kΩ, 1/4-unit-load receiver input impedance of the MAX487 and MAX1487 allows up to 128 transceivers on a bus, compared to the 1-unit load (12kΩ input impedance) of standard RS-485 drivers (32 transceivers maximum). Any combination of MAX487/MAX1487 and other RS-485 transceivers with a total of 32 unit loads or less can be put on the bus. The MAX481/MAX483/MAX485 and MAX488-MAX491 have standard 12kΩ Receiver Input impedance.

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

Test Circuits

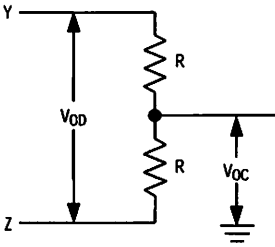


Figure 4. Driver DC Test Load

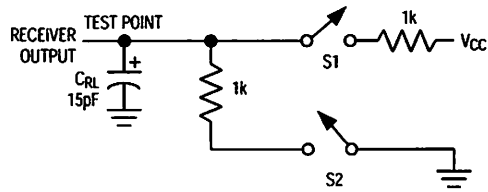


Figure 5. Receiver Timing Test Load

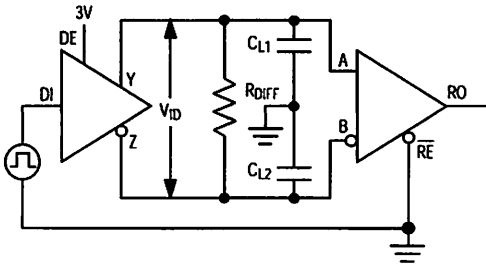


Figure 6. Driver/Receiver Timing Test Circuit

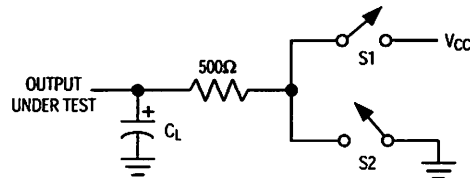


Figure 7. Driver Timing Test Load

MAX483/MAX487/MAX488/MAX489: Reduced EMI and Reflections

The MAX483 and MAX487-MAX489 are slew-rate limited, minimizing EMI and reducing reflections caused by improperly terminated cables. Figure 12 shows the driver output waveform and its Fourier analysis of a 150kHz signal transmitted by a MAX481, MAX485, MAX490, MAX491, or MAX1487. High-frequency har-

monics with large amplitudes are evident. Figure 13 shows the same information displayed for a MAX483, MAX487, MAX488, or MAX489 transmitting under the same conditions. Figure 13's high-frequency harmonics have much lower amplitudes, and the potential for EMI is significantly reduced.

MAX481/MAX483/MAX485/MAX487-MAX491/MAX1487

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

Switching Waveforms

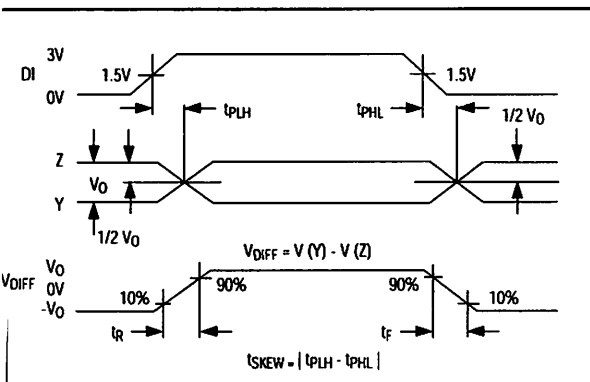


Figure 8. Driver Propagation Delays

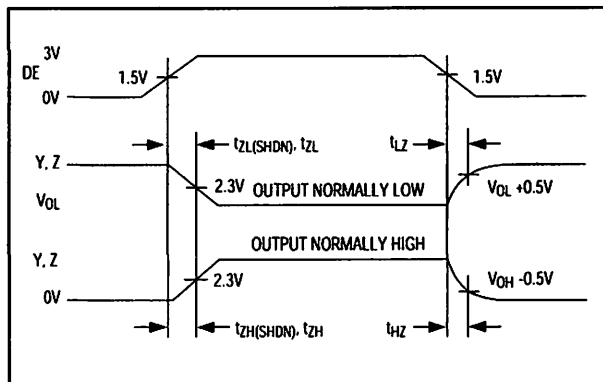


Figure 9. Driver Enable and Disable Times (except MAX488 and MAX490)

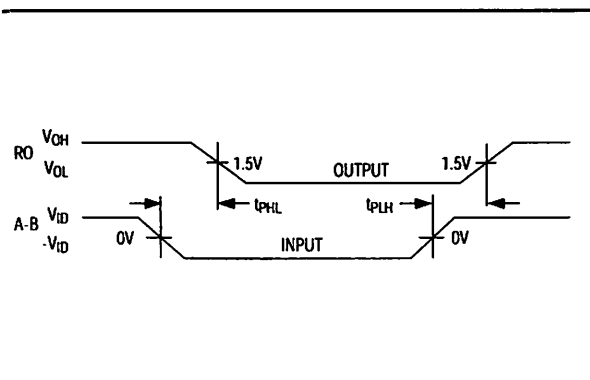


Figure 10. Receiver Propagation Delays

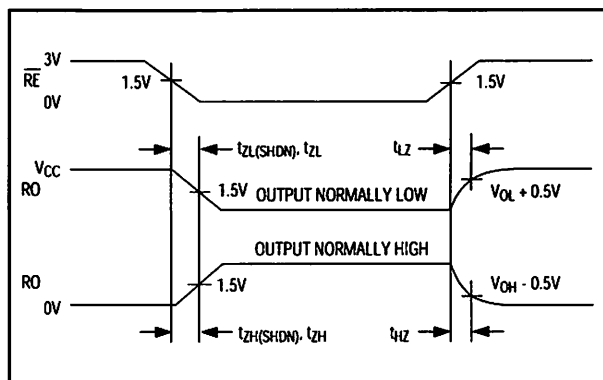


Figure 11. Receiver Enable and Disable Times (except MAX488 and MAX490)

Function Tables (MAX481/MAX483/MAX485/MAX487/MAX1487)

Table 1. Transmitting

| INPUTS | | | OUTPUTS | |
|--------|----|----|---------|---------|
| RE | DE | DI | Z | Y |
| X | 1 | 1 | 0 | 1 |
| X | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | X | High-Z | High-Z |
| 1 | 0 | X | High-Z* | High-Z* |

X = Don't care
High-Z = High impedance
* Shutdown mode for MAX481/MAX483/MAX487

Table 2. Receiving

| INPUTS | | | OUTPUT |
|--------|----|--------------|---------|
| RE | DE | A-B | RO |
| 0 | 0 | $\geq +0.2V$ | 1 |
| 0 | 0 | $\leq -0.2V$ | 0 |
| 0 | 0 | Inputs open | 1 |
| 1 | 0 | X | High-Z* |

X = Don't care
High-Z = High impedance
* Shutdown mode for MAX481/MAX483/MAX487

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

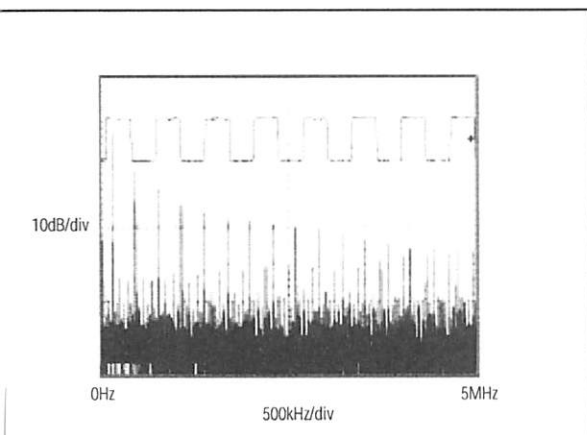


Figure 12. Driver Output Waveform and FFT Plot of MAX481/MAX485/MAX490/MAX491/MAX1487 Transmitting a 150kHz Signal

Low-Power Shutdown Mode (MAX481/MAX483/MAX487)

A low-power shutdown mode is initiated by bringing both $\overline{\text{RE}}$ high and DE low. The devices will not shut down unless both the driver and receiver are disabled. In shutdown, the devices typically draw only 0.1μA of supply current.

$\overline{\text{RE}}$ and DE may be driven simultaneously; the parts are guaranteed not to enter shutdown if $\overline{\text{RE}}$ is high and DE is low for less than 50ns. If the inputs are in this state for at least 600ns, the parts are guaranteed to enter shutdown.

For the MAX481, MAX483, and MAX487, the t_{ZH} and t_{ZL} enable times assume the part was not in the low-power shutdown state (the MAX485/MAX488–MAX491 and MAX1487 can not be shut down). The $t_{\text{ZH}}(\text{SHDN})$ and $t_{\text{ZL}}(\text{SHDN})$ enable times assume the parts were shut down (see *Electrical Characteristics*).

It takes the drivers and receivers longer to become enabled from the low-power shutdown state ($t_{\text{ZH}}(\text{SHDN})$, $t_{\text{ZL}}(\text{SHDN})$) than from the operating mode (t_{ZH} , t_{ZL}). (The parts are in operating mode if the $\overline{\text{RE}}$, DE inputs equal a logical 0,1 or 1,1 or 0,0.)

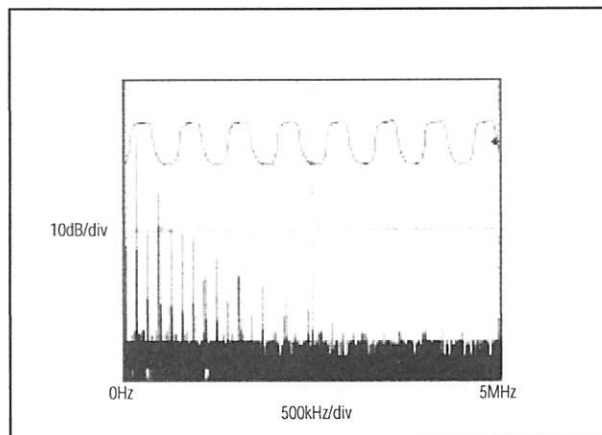


Figure 13. Driver Output Waveform and FFT Plot of MAX483/MAX487–MAX489 Transmitting a 150kHz Signal

Driver Output Protection

Excessive output current and power dissipation caused by faults or by bus contention are prevented by two mechanisms. A foldback current limit on the output stage provides immediate protection against short circuits over the whole common-mode voltage range (see *Typical Operating Characteristics*). In addition, a thermal shutdown circuit forces the driver outputs into a high-impedance state if the die temperature rises excessively.

Propagation Delay

Many digital encoding schemes depend on the difference between the driver and receiver propagation delay times. Typical propagation delays are shown in Figures 15–18 using Figure 14's test circuit.

The difference in receiver delay times, $|t_{\text{PLH}} - t_{\text{PHL}}|$, is typically under 13ns for the MAX481, MAX485, MAX490, MAX491, and MAX1487 and is typically less than 100ns for the MAX483 and MAX487–MAX489.

The driver skew times are typically 5ns (10ns max) for the MAX481, MAX485, MAX490, MAX491, and MAX1487, and are typically 100ns (800ns max) for the MAX483 and MAX487–MAX489.

MAX481/MAX483/MAX485/MAX487–MAX491/MAX1487

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

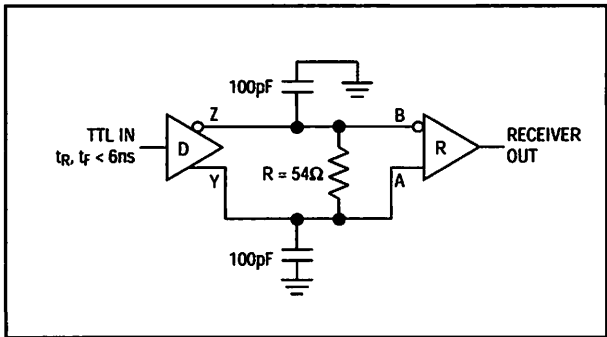


Figure 14. Receiver Propagation Delay Test Circuit

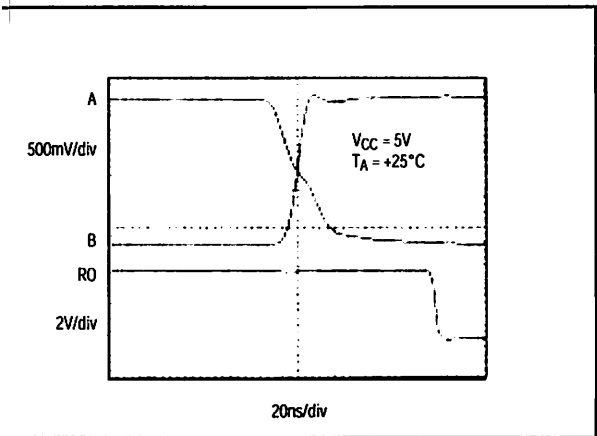


Figure 15. MAX481/MAX485/MAX490/MAX491/MAX1487 Receiver t_{PHL}

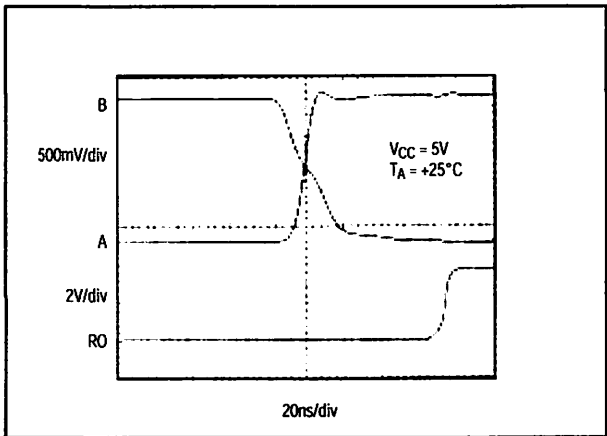


Figure 16. MAX481/MAX485/MAX490/MAX491/MAX1487 Receiver t_{PLH}

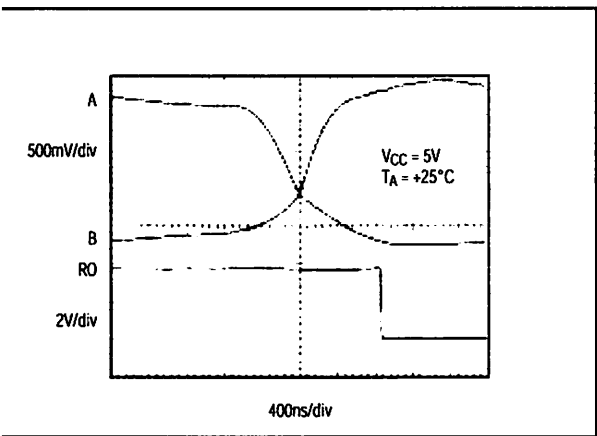


Figure 17. MAX483, MAX487-MAX489 Receiver t_{PHL}

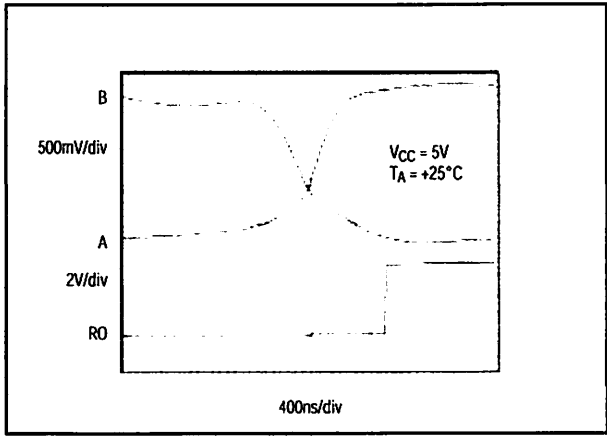


Figure 18. MAX483, MAX487-MAX489 Receiver t_{PLH}

1941-1942

1941-1942

1941-1942

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

Line Length vs. Data Rate

The RS-485/RS-422 standard covers line lengths up to 4000 feet. For line lengths greater than 4000 feet, see Figure 23.

Figures 19 and 20 show the system differential voltage for the parts driving 4000 feet of 26AWG twisted-pair wire at 110kHz into 120Ω loads.

Typical Applications

The MAX481, MAX483, MAX485, MAX487-MAX491, and MAX1487 transceivers are designed for bidirectional data communications on multipoint bus transmission lines.

Figures 21 and 22 show typical network applications circuits. These parts can also be used as line repeaters, with cable lengths longer than 4000 feet, as shown in Figure 23.

To minimize reflections, the line should be terminated at both ends in its characteristic impedance, and stub lengths off the main line should be kept as short as possible. The slew-rate-limited MAX483 and MAX487-MAX489 are more tolerant of imperfect termination.

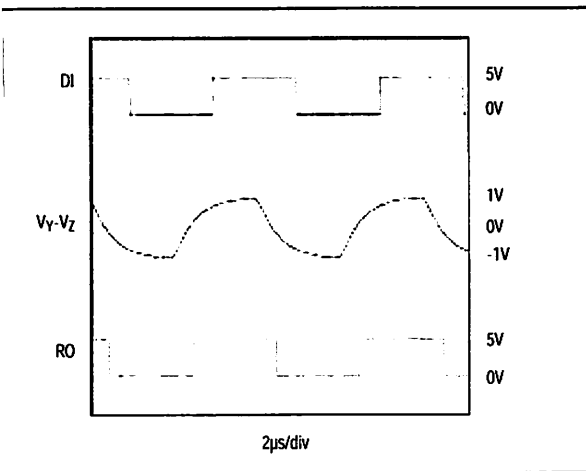


Figure 19. MAX481/MAX485/MAX490/MAX491/MAX1487 System Differential Voltage at 110kHz Driving 4000ft of Cable

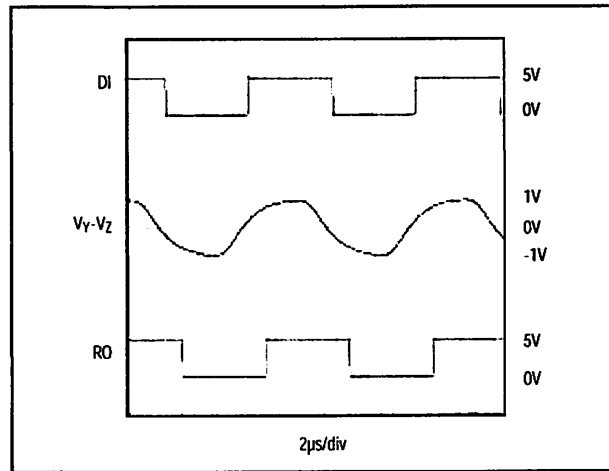


Figure 20. MAX483, MAX487-MAX489 System Differential Voltage at 110kHz Driving 4000ft of Cable

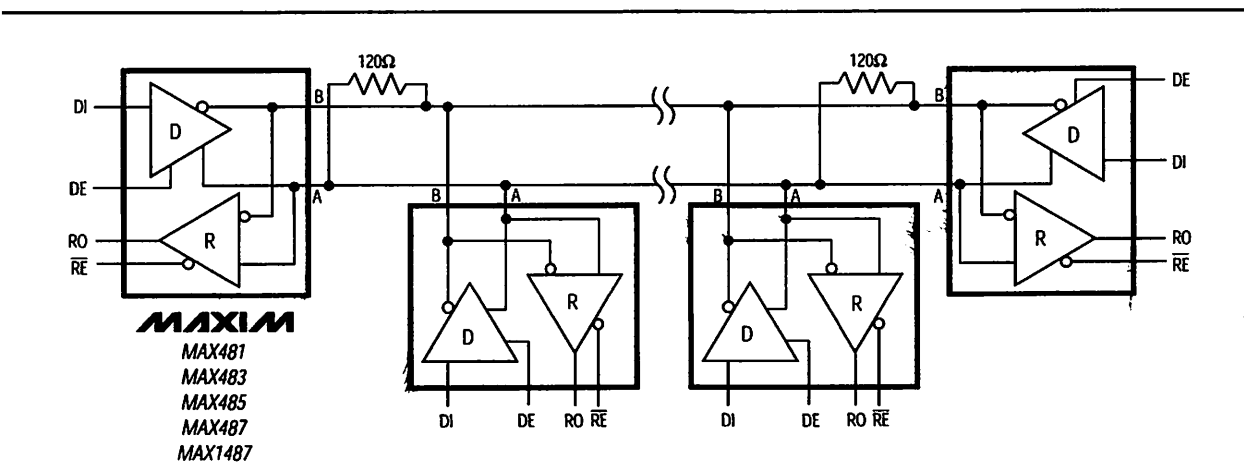
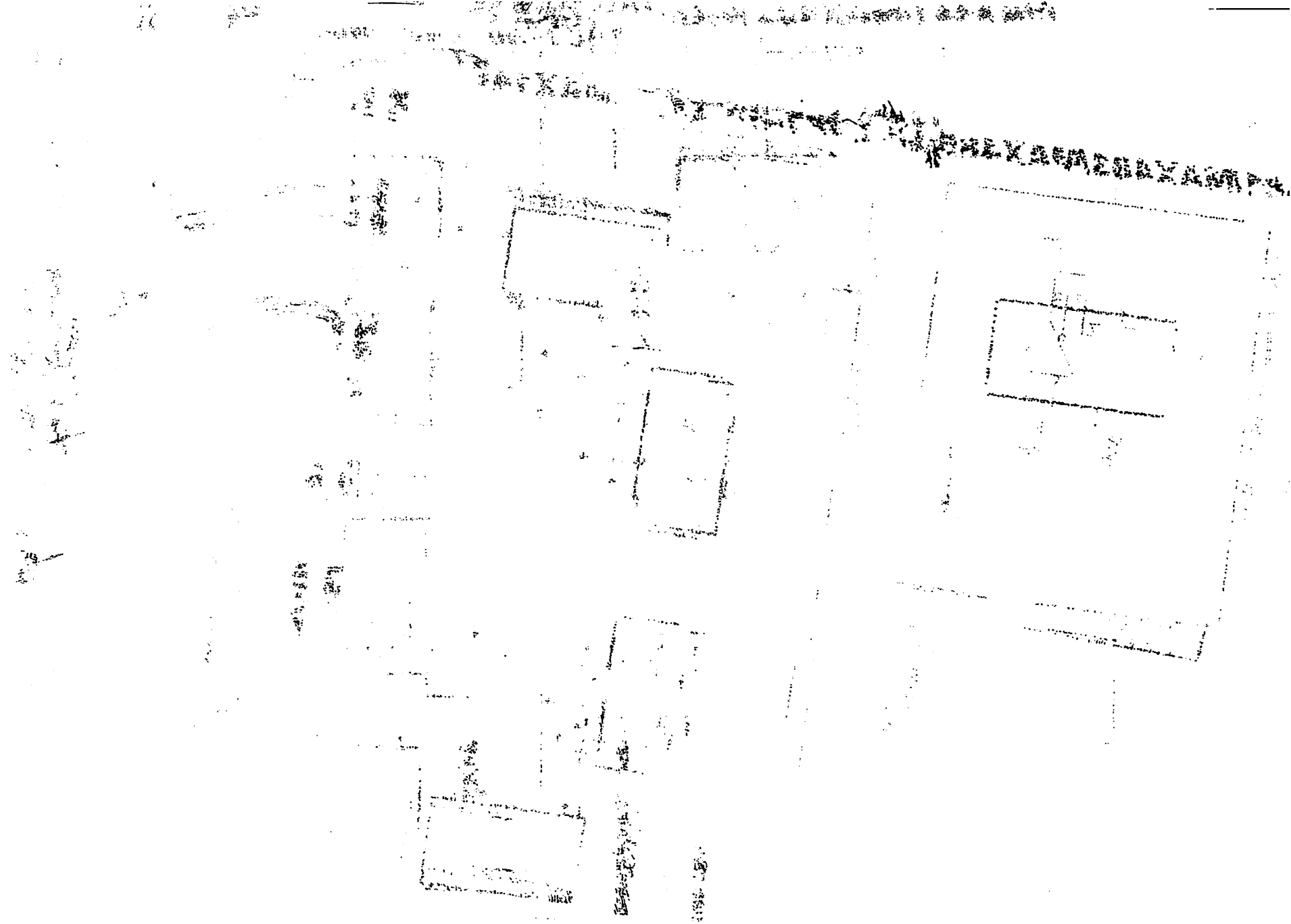
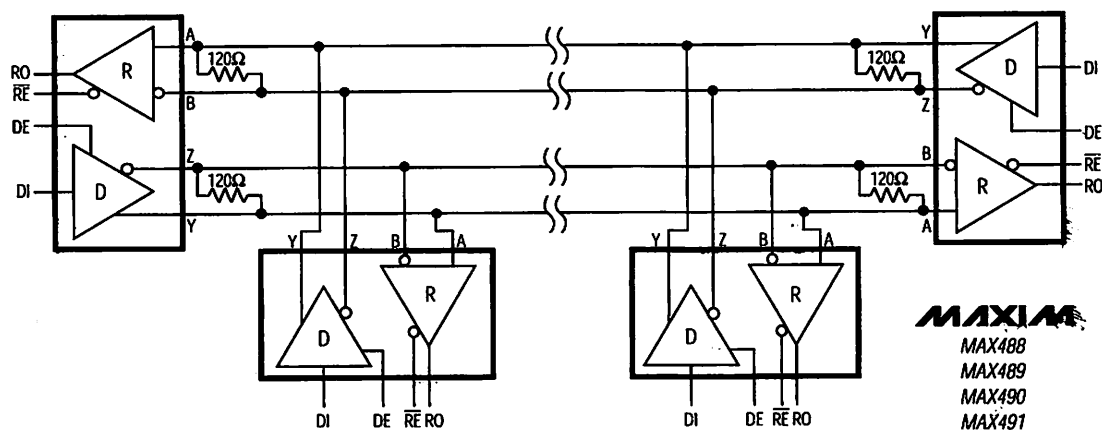


Figure 21. MAX481/MAX483/MAX485/MAX487/MAX1487 Typical Half-Duplex RS-485 Network

MAX481/MAX483/MAX485/MAX487-MAX491/MAX1487

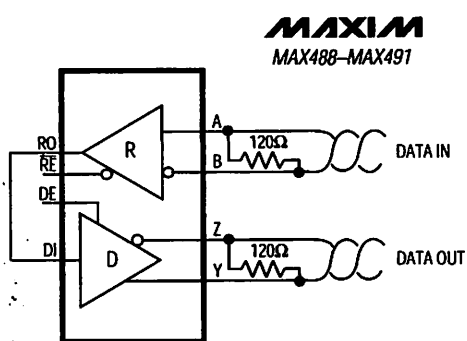


Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers



NOTE: \overline{RE} AND DE ON MAX489/MAX491 ONLY.

Figure 22. MAX488-MAX491 Full-Duplex RS-485 Network



NOTE: \overline{RE} AND DE ON MAX489/MAX491 ONLY.

Figure 23. Line Repeater for MAX488-MAX491

Isolated RS-485

For isolated RS-485 applications, see the MAX253 and MAX1480 data sheets.